

Delimitação automática da microbacia hidrográfica do Rio das Lontras, através de dados SRTM

Carlos Henrique Wachholz de Souza¹

Sérgio Bazílio¹

Suzana Costa Wrublack¹

Erivelto Mercante¹

Marcio Antônio Vilas Boas¹

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Caixa Postal 701 - 85819-110 - Cascavel - PR, Brasil

{ carlos_hws@hotmail.com; serbazilio@yahoo.com.br; wrublack@hotmail.com;

erivelto.mercante@unioeste.br; marcio.vilasboas@unioeste.br }

Abstract: Knowing the limits of territorial units is essential for planning and management of water resources. Thus, the automatization of the delimitation of watersheds and its characterization are fundamental to the appropriate execution of the National Policy of Water Resources. Therefore, the aim of this work was to implement a methodology of automatic delimitation of watersheds, using data from the project Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM), processed in a Geographic Information System (GIS). The use of SRTM data integrated in GIS enabled a quick and efficient delimitation of the watershed, and for contributing to the characterization of the delimitation, it can be applied in the management of water resources, contributing to the process of making decisions.

Palavras-chave: SIG, MNT, gestão de recursos hídricos, GIS, water resource management.

1. Introdução

A Lei Federal nº 9.433/97 do Brasil estabelece a bacia hidrográfica como unidade territorial para a aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). O conhecimento e a fixação dessas unidades básicas envolve a abrangência de aplicação dos instrumentos da PNRH, tais como: outorga, enquadramentos dos corpos d'água e cobrança pelo uso de recursos hídricos. Assim, padronização e automatização do traçado de bacias hidrográficas e sua morfometria são fundamentais para a efetivação adequada da PNRH, evitando-se possíveis conflitos de utilização dos recursos hídricos (Sobrinho et al., 2010).

A utilização de Sistema de Informações Geográficas – SIG permite a obtenção qualitativa e quantitativa de dados computacionais geográficos possibilitando a gestão dos recursos e aplicação de técnicas otimizadas baseadas em diagnóstico georreferenciado (Cavallari et al., 2007). Através de um Sistema de coordenadas (latitude, longitude, altitude) e de suas propriedades (atributos) e de suas relações (topologia), o SIG descreve aspectos e parâmetros de fenômenos reais em um conjunto de dados espaciais e não espaciais.

A combinação do sensoriamento remoto e do sistema de informação geográfica é essencial para determinação de locais cujo potencial para que ocorram problemas com a degradação ambiental, seja maior. Ressalta-se ainda a importância da utilização do Modelo Numérico de Terreno (MNT) obtido dos dados da *Shuttle Radar Topography Mission* - SRTM integrados em SIG como um ferramental poderoso para oferecer suporte à tomada de decisão (Mercante & Antunes, 2010).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo de realizar delimitação automática da micro-bacia do Rio Lontra através de dados do projeto SRTM.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Área em estudo

O estudo foi realizado tomando-se por base a microbacia do Rio das Lontras localizada entre os municípios de Nova Esperança do Sudoeste (25°54'02''S; 53°15' 44''W) e Salto do Lontra (25°47'02''S; 53°18'31''W). Pertencente à unidade hidrográfica dos afluentes do Baixo Iguaçu, que está situada no terceiro planalto paranaense. A unidade aquífera preponderante da bacia é a Serra Geral Sul, de formação basáltica (AGUASPARANÁ/SEMA, 2012).

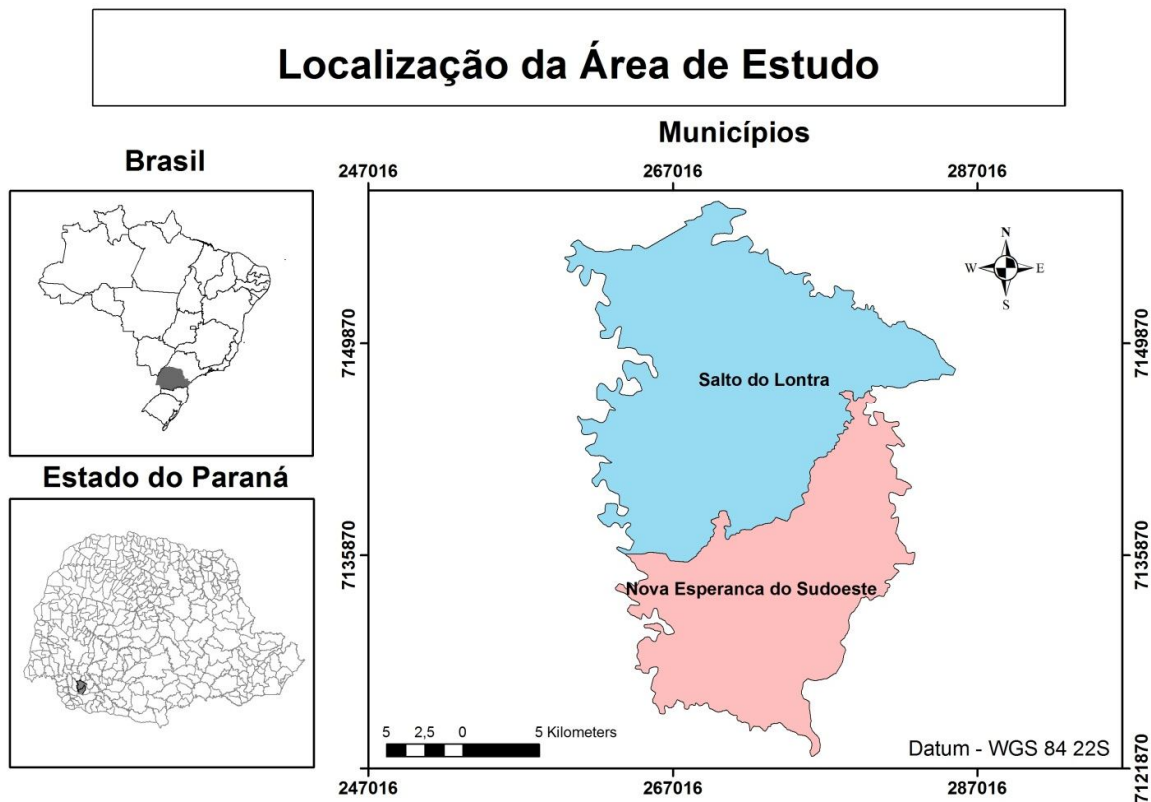


Figura 1. Mapa de localização da microbacia do Rio das Lontras localizada entre os municípios de Nova Esperança do Sudoeste e Salto do Lontra no Estado do Paraná.

2.2. Processamento dos dados SRTM

Dados do SRTM foram obtidos junto à *United States Geological Survey* (USGS), com informações originais disponíveis para a América do Sul referentes à banda C do equipamento InSAR, apresentando resolução espacial de 90 m e elipsóide de referência WGS 84. O processo de delimitação da bacia hidrográfica foi desenvolvido no SIG ArcGIS 9.3 (ESRI, 2006), juntamente com as extensões (*plugins*) *Spatial Analyst* e *Hydrology Modeling*.

Para o processamento dos dados SRTM foi subdividido em quatro etapas, sendo: 1- preenchimento de *sinks* (*fill sinks*); 2- direção de fluxo (*flow direction*); 3- fluxo acumulado

(*flow accumulation*); 4- delimitação de bacias (*Watershed*). Na Figura 2 encontra-se o fluxograma das atividades realizadas.

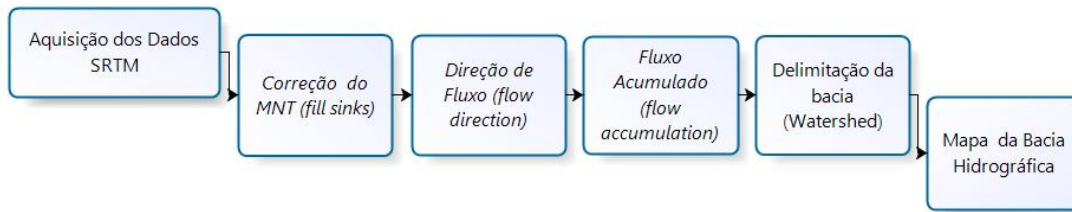


Figura 2. Etapas realizadas para delimitação de bacias hidrográficas a partir de dados SRTM.

O MNT que segue os dados do SRTM pode apresentar falhas, que podem ser provenientes da presença de corpos hídricos e também das irregularidades naturais do relevo, sendo mais frequentes em áreas cuja inclinação da superfície seja maior que 20 graus, devido ao sombreamento ocasionado pelo radar (Luedeling et al., 2007). Estas falhas apresentam-se na forma de pequenas depressões, que podem ser preenchidas por meio de um tratamento dado a matriz de altitudes, por meio da função *fill sinks*. Esta função permite correções no MNT, de modo que esta considera as altitudes dos *pixels* vizinhos para preencher os “*sinks*”, suavizando a consistência no mapa de MNT (Figura 3).

Modelo Numérico de Terreno

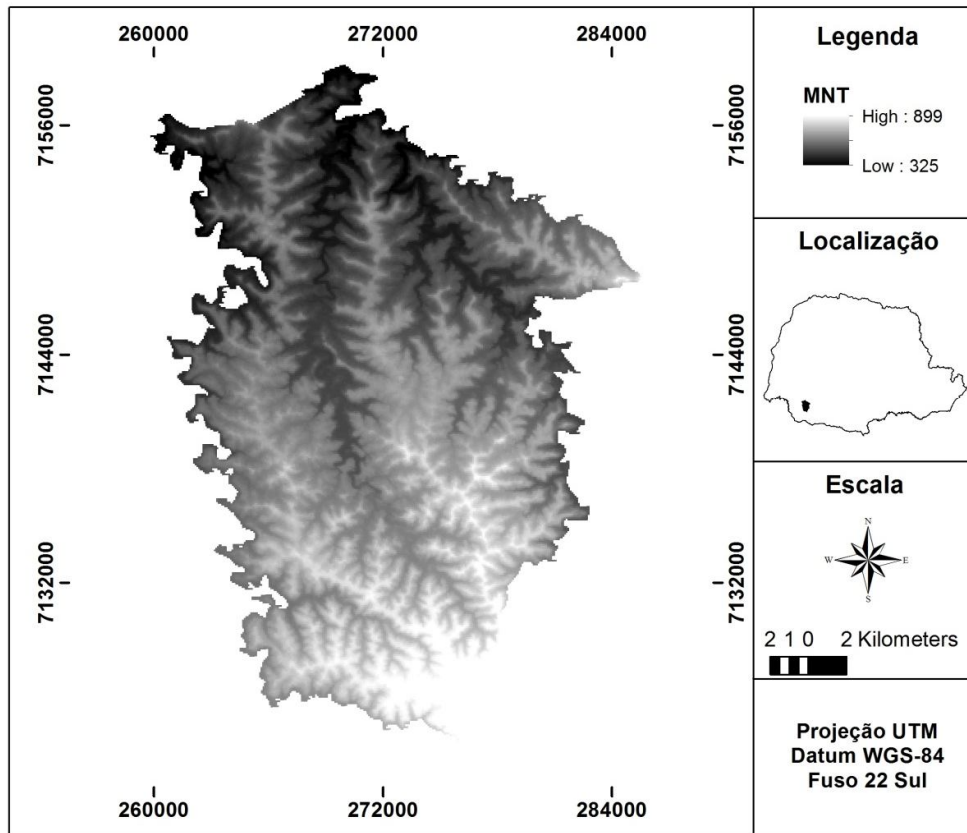


Figura 3. MNT com tratamento dos dados pela função *fill*.

A direção de fluxo refere-se as relações hidrológicas entre pontos diferentes dentro de uma bacia hidrográfica. Neste sentido, Rennó et al., (2008) enfatizam que a sequência para

as direções de fluxo é expressa pelas variáveis topológicas indispensáveis para que uma drenagem funcional possa existir, havendo a necessidade de um elemento principal do canal que represente um ponto de convergência, o que significa que deve ter dois ou mais caminhos de fluxos convergentes (curvatura horizontal). Também o perfil do canal deve ser côncavo, com potencial menor para mudar de elevação do que a média dos elementos localizados para cima dele (curvatura vertical).

Para definição da direção de fluxo de água na rede de drenagem utilizou-se a função *flow direction*, que origina uma grade regular definindo as direções de fluxo, adotando por base a linha de maior declividade do terreno. Esta nova grade numérica gerada determina a direção de maior declividade de um pixel em relação aos seus oito *pixels* vizinhos; deste modo, ocorre a descrição numérica da direção que o fluxo de água irá percorrer (Figura 4).

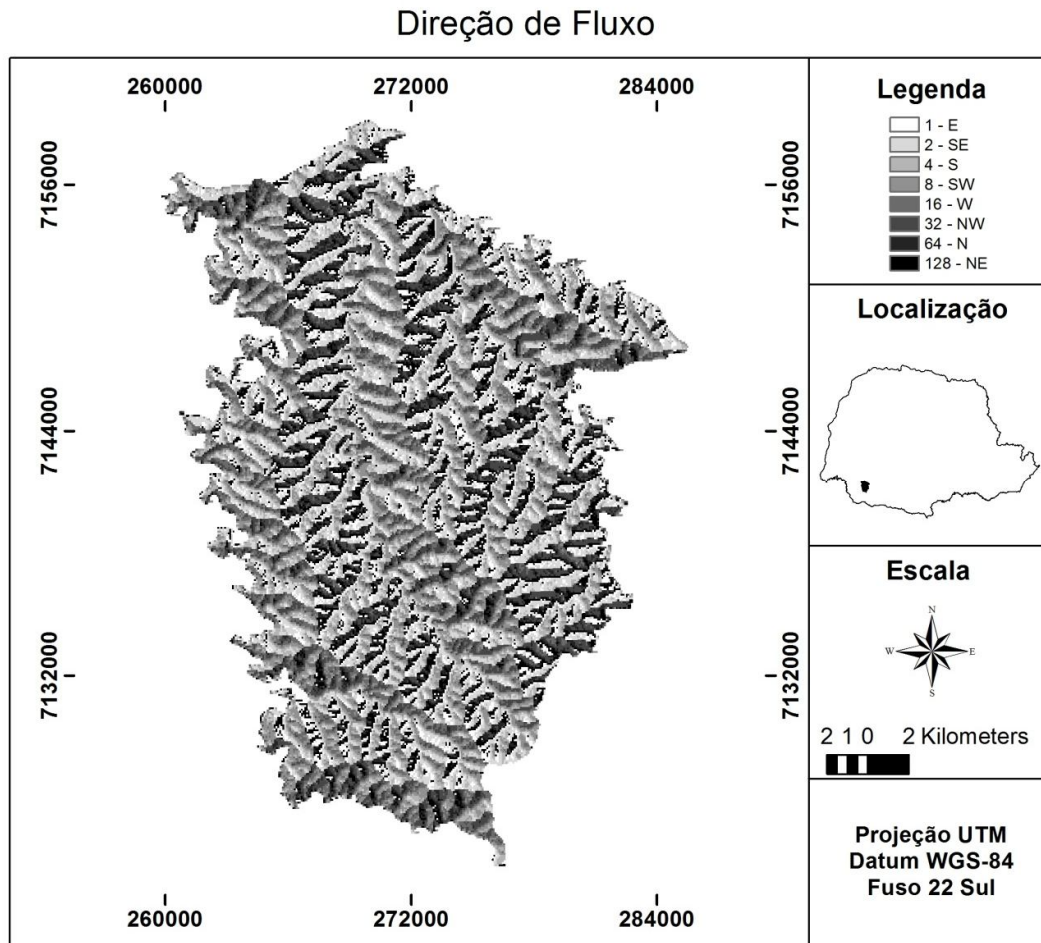


Figura 4. Mapa de direção de fluxo.

Com base na grade regular de direção de fluxo, o valor do fluxo acumulado foi obtido pela função *flow accumulation*. Este fluxo acumulado refere-se a rede hidrográfica, no entanto é possível obter uma nova grade contendo os respectivos valores de acúmulo de água dentro de cada pixel. A partir da direção de fluxo, o fluxo acumulado é obtido somando-se a área das células (quantidade de células) na direção do fluxo (ou escoamento) (Figura 5).

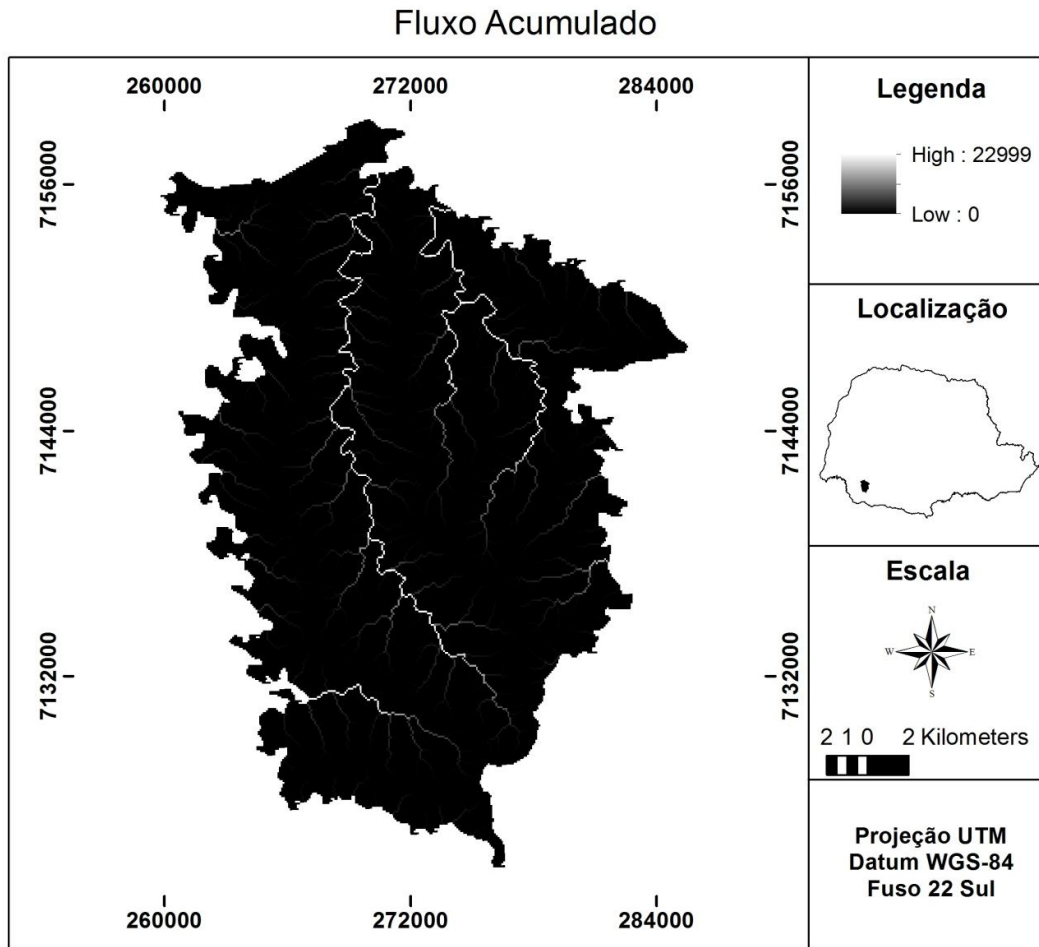


Figura 5. Mapa de fluxo acumulado.

A delimitação de bacias é realizada com base nos mapas de direção de fluxo e fluxo acumulado na função *Watershed*. O respectivo valor de área em cada bacia hidrográfica a ser determinada corresponde à quantidade de células que são processadas. Como cada célula do MNT obtido da SRTM possui *pixels* de 90 m, a área de cada pixel é equivalente a 8.100 m².

Tendo sido processadas as informações na função *Watershed*, gerou-se a delimitação das bacias que, na sequência foram convertidas para o formato vetorial, na função *Raster to Features* da extensão *Spatial Analyst*. Após a delimitação das bacias hidrográficas utilizou-se o comando *Stream Network* para delimitação da hidrografia.

De posse dos resultados obtidos por meio dos dados SRTM obtiveram-se as características geométricas da microbacia. O coeficiente de compacidade (Kc) obtido pela Equação 1, relaciona a forma da bacia com um círculo e constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia (Cardoso et al., 2006).

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \text{ em que:} \quad (1)$$

Kc – coeficiente de compacidade

P – perímetro da bacia (m)

A – área de drenagem (m²)

De acordo com Oliveira et al. (2010) as Bacias hidrográficas cuja forma se aproxima à de um círculo, tendem a proporcionar à conversão do escoamento superficial para um trecho pequeno do rio principal. Assim, quanto mais próximo a 1 for este índice maior a potencialidade de picos de enchentes na bacia hidrográfica.

O fator de forma (Kf) relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (Eq. 2).

$$Kf = \frac{A}{L^2} \text{ em que:} \quad (2)$$

Kf – fator de forma

A – área de drenagem (m²)

L – comprimento do eixo da bacia (m)

Uma bacia com Kf baixo possui menor propensão a enchentes que outra com a mesma área, mas com F maior, em virtude de que em uma bacia estreita e longa (F baixo), ocorre menor possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo, simultaneamente, toda a sua extensão.

3. Resultados e Discussão

A figura 6 apresenta a hidrografia extraída, juntamente com o limite da área de drenagem do Rio das Lontras, geradas a partir dos dados SRTM.

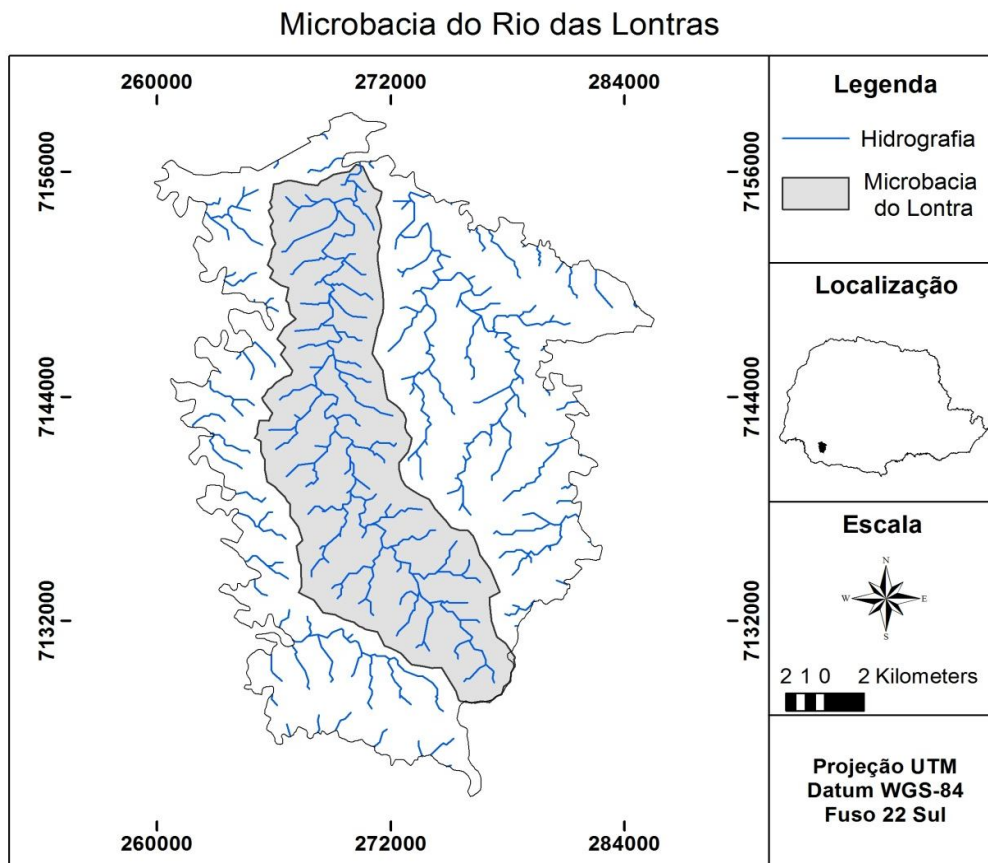


Figura 6. Microbacia hidrográfica do Rio das Lontras gerada a partir dos dados SRTM.

Os resultados da caracterização geométrica da microbacia hidrográfica do Rio das Lontras se encontram apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados obtidos da caracterização geométrica da microbacia hidrográfica.

Característica Física	SRTM
Área de drenagem (Km ²)	177,61
Perímetro (Km)	77,92
Lt (Km)	184,61
L (Km)	28,77
Altitude máxima (m)	899
Kc	1,63
Kf	0,21

Onde: Comprimento total de todos os canais (Lt); Comprimento do eixo da bacia (L); Coeficiente de compacidade (Kc); Fator de forma (Kf)

A microbacia pode-se classificar como de baixa suscetibilidade a enchentes em condições normais de precipitação, evento constatado em virtude do coeficiente de compacidade ($Kc = 1,63$) apresentar o valor afastado da unidade e o fator de forma ($F = 0,21$) exibir um valor baixo). Deste modo, pode-se considerar que a microbacia em estudo não possui forma circular e, sim, tendência alongada.

De acordo com os resultados do coeficiente de compacidade ($Kc = 1,63$) e do fator de forma ($Kf = 0,21$), há menos possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda a extensão da bacia, e, juntamente com o fato da contribuição dos tributários atingir o curso d'água principal em vários pontos, a bacia hidrográfica do Rio das Lontras constitui uma área não muito sujeita a enchentes.

4. Conclusões

As ferramentas de SIG utilizadas no presente trabalho permitiram realizar de forma rápida e eficiente a delimitação da microbacia do Rio das Lontras, além de contribuir para a caracterização da microbacia, sendo imprescindíveis à tomada de decisão sobre ponto de vista ambiental.

O Modelo Numérico do Terreno proveniente dos dados SRTM, apresentaram elevado potencial de utilização, contribuindo com informações para as ações de planejamento ambiental no âmbito das bacias hidrográficas.

O uso de dados SRTM integrados em SIG por contribuírem para a caracterização morfométrica de bacias hidrográficas podem ser aplicadas na gestão dos recursos hídricos, contribuindo no processo da tomada de decisão.

5. Referências Bibliográficas

AGUASPARANÁ/SEMA – Instituto das Águas do Paraná / Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos. **Descrição e diagnóstico da unidade hidrográfica dos afluentes do baixo Iguaçu com vistas à criação do comitê de bacia, 2012.**

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. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.241-248, 2006.

Cavallari, R. L.; Tamae, R. Y.; Rosa, A. J. A importância de um sistema de informações geográficas no estudo de microbacias hidrográficas. **Revista Científica eletrônica de Agronomia**. Ano VI, nº. 11, 2007.

ESRI – **Environmental Systems Research Institute**. Inc. ArcGIS Professional GIS for the desktop, version 9.2. Software. 2006.

Luedeling, E.; Siebert, S.; Buerkert, A. Filling the voids in the SRTM elevation model – A TIN-based delta surface approach. **ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**, v.62, p.283-294, 2007.

Mercante, E.; Antunes, J. F. G. Simulação de trajetos de um gasoduto integrando dados de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica. **Acta Scientiarum**. v. 32, n. 2, p. 171-178 2010.

Oliveira, P. T. S.; Sobrinho, T. A.; 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.

Rennó, C. D.; Nobre, A.D. ; Cuartas, L. A.; Soares, J. V.; Hodnett, M. G.; Tomasella, J.; Waterloo, M.J. Hand, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. **Remote Sensing of Environment**, New York, v.112, n.9, p.3469-3481, 2008.

Sobrinho, T. A.; Oliveira, P. T. S.; Rodrigues, D. B. B.; Ayres, F. M. Delimitação automática de Bacias Hidrográficas utilizando dados SRTM. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.1, p.46-57, 2010.