

**AVALIAÇÃO DOS CONDICIONANTES MORFOMÉTRICOS DA BACIA  
HIDROGRÁFICA RIO BRANDOAS: SUBSÍDIOS GEOAMBIENTAL AO  
ENTENDIMENTO DAS ENCHENTES URBANAS NA CIDADE DE SÃO  
GONÇALO/RJ**

Fabio Henrique Lima Costa<sup>1</sup>

Tahmires Pinnola Lovisi<sup>1</sup>

Cilene Daudt Vieira<sup>1</sup>

Cinthia Soares Mariano<sup>1</sup>

Rafaella César dos Santos Sousa<sup>1</sup>

Otávio Miguez Rocha Leão<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro- UERJ/ FFP

R. Dr. Francisco Portela, 1470 – Patronato- Cep. 24435-005- RJ

{fabiohenri1@gmail.com; tahmireslovisi@gmail.com; cilenevieira95@gmail.com;

cinthia.mariano.1@gmail.com;rafaellasousa288@gmail.com;

orochaleao@hotmail.com}

**Abstract.** The watershed is an important unit of integrated analysis of the landscape, serving as a basis for studies that take into account the systemic thinking. The urbanized basins have watercourse with urbanized margins, silted and densely populated located on the slopes. This process reflects the uneven production of urban space, which selects areas with high vulnerability to the lower classes. The study indicates the enormous changes in the drainage network related to urban occupation, resulting in environmental changes and promote modifications in hydrological flow in the watersheds, with emphasis on the case of urban flooding causing losses both material and immaterial. Was performed Geomorphological characterization of the sub-basins of 2nd order, followed by the indices of drainage density, drainage hierarchy, unevenness, gradient of the basins and declivity using the TIN, generated from contour-line 1: 10.000, with the assistance of the GIS software platform. Preliminary results show high values for these parameters, which related to land use, vegetation and litho structural control indicate to areas with greater or lesser vulnerability to develop certain processes of urban flooding.

Palavra-Chave: bacia hidrográfica, morfometria e enchentes, watershed, morphometry, floods.

## **1. Introdução**

A bacia hidrográfica pode ser entendida como toda a área que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para um ponto em comum, ao longo de um curso ou um rio. Desta forma, qualquer área da superfície terrestre faz parte de uma Bacia Hidrográfica (SHIAVETTI, 2002). Nos ambientes urbanos as bacias apresentam intensas alterações antrópicas, com modificações na dinâmica hidrológica das encostas e canais fluviais. As modificações antrópicas alteram drasticamente a

dinâmica da paisagem, afetando o escoamento das águas pluviais devido à impermeabilização o solo e a retirada da vegetação. Nas bacias urbanizadas temos o incremento do escoamento superficial devido a essas modificações, e com a retificação dos canais, a quantidade de água que chega ao sistema de drenagem rapidamente é maior, ocasionando um aumento nas frequências das enchentes nos fundos de vale. Em eventos extremos a dinâmica erosiva nas encostas fornece grande quantidade de sedimentos para a rede de drenagem potencializando ainda mais o fenômeno das enchentes urbanas, que associados a problemática do lixo urbanos tornam-se mais drásticos. Esses processos em cabeceiras de drenagem urbanizadas e nos fundos de vale podem ser vistos como respostas geomorfológicas que ocorrem a partir de ajustes da bacia a nova situação geoambiental do sistema.

Na região metropolitana do Rio de Janeiro está localizada a bacia do Rio Brandoas (figura 1) no município de São Gonçalo. A referida bacia está inserida em clima classificado no tipo Aw segundo Kopper, ou seja, Tropical Litorâneo úmido. A área apresenta três compartimentos topográficos bem definidos: Compartimento de Colinas, Fundos de Vale e Baixadas Litorâneas. A rede hidrográfica deste município é formada pelas bacias dos rios: do rio Alcântara, do rio Guaxindiba, do rio Aldeia, do rio Bomba e do rio Imboassú.

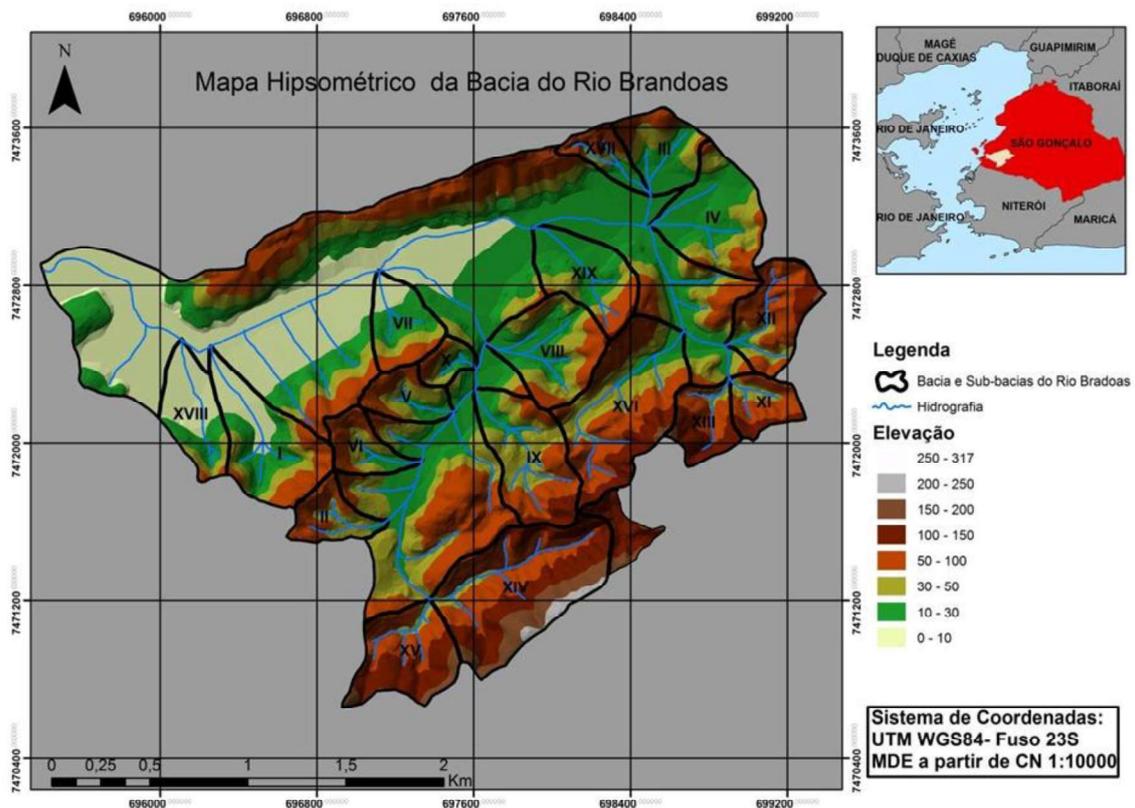


Figura 1. Mapa Hipsométrico e de localização da área de estudo.

Esse trabalho tem como objetivo fazer uma caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Brandoas utilizando como ferramenta o TIN, que auxilia na

aquisição dos referidos dados no ambiente SIG. Os resultados preliminares dessa pesquisa fornecem subsídios para uma pesquisa mais ampla, que busca compreender as transformações hidrológicas que operaram nas bacias. A importância desse trabalho se justifica também por contribuir com o levantamento de dados científico sobre o Município, que carece de um maior estudo e compreensão ambiental das bacias hidrográficas em que está inserido.

## 2. Metodologia

Para desenvolver o tema, adquiriu-se através de cartas topográficas na escala 1:10000 digitalizadas no formato DWG e com o subsídio de softwares de geoprocessamento na plataforma Gis, os dados de curvas de nível onde em seguida realizou-se a conversão desses dados, do formato DWG para shapefile para um melhor manuseio. Posteriormente, houve a criação do TIN mediante a colocação dos valores de altitude nas curvas de nível e utilização da ferramenta *3D Analyst » Create/Modify TIN » Create TIN From Features*.

Diante disso, realizou-se a reconstrução das linhas de drenagem, visto que, são importantes feições do relevo, onde há atuação dos mecanismos de erosão e deposição. Segundo Dietrich *et al.* (1986), optou-se por se considerar as linhas de drenagem ou concavidades sem canais, como vales não canalizados (*unchanneled valleys*). Já que em períodos chuvosos são zonas de convergência dos principais fluxos d'água superficiais e/ou subsuperficiais. Portanto, o levantamento dos índices morfométricos das unidades côncavas não-canalizadas foi fundamental para que o objetivo da pesquisa fosse alcançado.

Neste mesmo seguimento foram delimitadas as sub-bacias de segunda ordem, seguindo os critérios de Strahler (1952). Esta hierarquização é realizada com a função de facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos sobre as bacias hidrográficas. Depois de finalizada a delimitação, foram extraídos os seguintes índices morfométricos das sub-bacias do rio Brandoas:

- O Gradiente da bacia - é o resultado da diferença entre a maior e a menor cota da bacia, dividida pelo seu comprimento.
- O comprimento da bacia - é definido como sendo a maior distância medida em linha reta entre a foz e determinado ponto situado ao longo do perímetro.
- A densidade de drenagem - é obtida a partir da relação entre o somatório do comprimento dos canais e a área das bacias de drenagem. Podendo ser calculada pela fórmula:  $Dd = Lt / A$ , onde  $Dd$  é a densidade de drenagem ( $km/km^2$ );  $Lt$  é o comprimento total dos canais (km) e  $A$  é a área da bacia considerada ( $km^2$ ). (CHRISTOFOLETTI, 1980).

- Extensão de canais – é a soma total dos comprimentos dos segmentos de canais encontrados dentro de uma bacia.
- A declividade do terreno - é expressa como a variação de altitude entre dois pontos do terreno, em relação à distância que os separa.

A figura 2 mostra o passo a passo das tarefas realizadas no ambiente Sig:

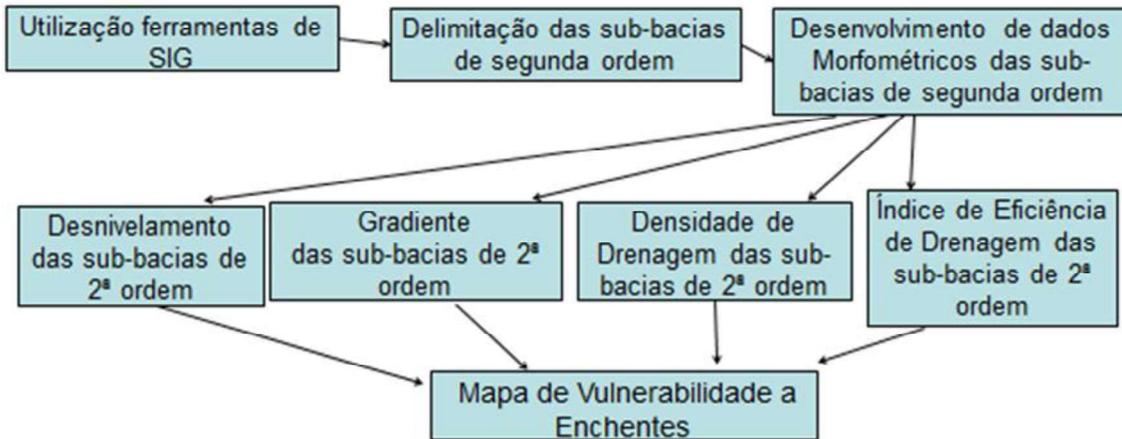


Figura 2: Fluxograma das etapas desenvolvidas no ambiente SIG.

### 3. Resultados e discussões

A área apresenta três compartimentos topográficos bem definidos: Compartimento de Colinas, Fundos de Vale e Baixadas Litorâneas.

Os índices morfométricos são importantes ferramentas ao entendimento da dinâmica das paisagens, pois revelam tendências de processos geohidromorfológicos atuantes nesses ambientes.

A reconstituição das linhas de drenagem da bacia permitiu a mensuração do curso d'água, que na bacia do rio Brandoas apresenta 68 canais de 1º ordem, 19 de 2º ordem, 2 de 3º ordem e 1 de 4º (ver figura 3b). Tal fato demonstra a grande tendência de escoamento e entalhamento presentes na referida área.

O índice de desnívelamento revela a tendência das bacias hidrográficas em gerar fluxos intensos e de grande velocidade em seus cursos d'água, assim como a sua dinâmica erosiva e deposicional. A média de desnívelamento da bacia do Brandoas ficou em 110 m, a sub-bacia XIV destaca-se por apresentar o maior valor de quase 200 metros, já as sub-bacias VIII, X e XVIII apresentaram desnívelamentos menores, entorno de 50 metros. Observamos então áreas onde o escoamento é mais intenso, e outras onde há maior tempo de permanência da água favorecendo a infiltração. Todavia devido a intensa impermeabilização do solo a infiltração é limitada, o que favorece e intensifica os problemas relacionados as enchentes no interior da bacia em análise.

O gradiente das sub-bacias apresenta uma grande contribuição, pois, fornece especificidades a mais aos dados gerados a partir do desnivelamento. Isso se dá pelo fato de que bacias com o mesmo desnivelamento podem possuir comprimentos de canais diferentes, e assim a dinâmica hídrica e sedimentológica em cada uma se dará de forma distinta. A média de gradiente da bacia ficou em 0,16. Destaca-se a XI com o valor 0,25, tal fato entende-se por apresentar desnivelamento razoável (acima de 100 m) e uma pequena extensão da bacia, na sub-bacia XVIII com 0,08 apresenta desnivelamento baixo (50 m) e extensão razoável resultando em um baixo gradiente (ver figura 3c). Esse índice demonstra pontos na bacia onde a energia do escoamento é mais ativa.

A partir da análise de densidade de drenagem, pode-se conhecer o potencial da bacia em permitir maior ou menor escoamento superficial da água, o que leva ao conhecimento da intensidade dos processos erosivos de esculturação dos canais. Destarte, a média da densidade de drenagem das sub-bacias de 2º ordem da bacia do rio Brandoas é de 5,2 km/km<sup>2</sup>, o que demonstra que existe um grande potencial para a erosão e entalhamento dos canais fluviais. Mas especificadamente a sub-bacia XIII apresentou o maior índice 10,5 Km/Km<sup>2</sup>, isso se deve ao fato de apresentar áreas de 0,07 Km<sup>2</sup> e a totalidade de seus canais de 0,75 Km (ver figura 3d).

A espacialização dessas informações da densidade de drenagem da bacia permite identificar pontos de confluência entre gradientes elevados e medianos, mas que quando juntos produzem pontos que recebem grande quantidade de água proveniente do escoamento superficial intensificado pela impermeabilização do solo urbano, que extrapola sua capacidade retenção devido a ocupação das margens dos canais fluviais, levando a episódios de enchentes (Ver figura 4).

Em relação à declividade observa-se declividades altas e médias no compartimento colinoso, predominante presença de declividade baixa nos fundos de vales e baixadas litorâneas. Desta forma é possível visualizar a concentração de declividade altas e médias no alto e médio compartimento, que produzem tendência à geração de fluxos intensos e de grande velocidade, e no compartimento de baixa encosta ou fundo de vale, declividade baixa que não garante energia ao fluxo favorecendo maior tempo de concentração do mesmo.

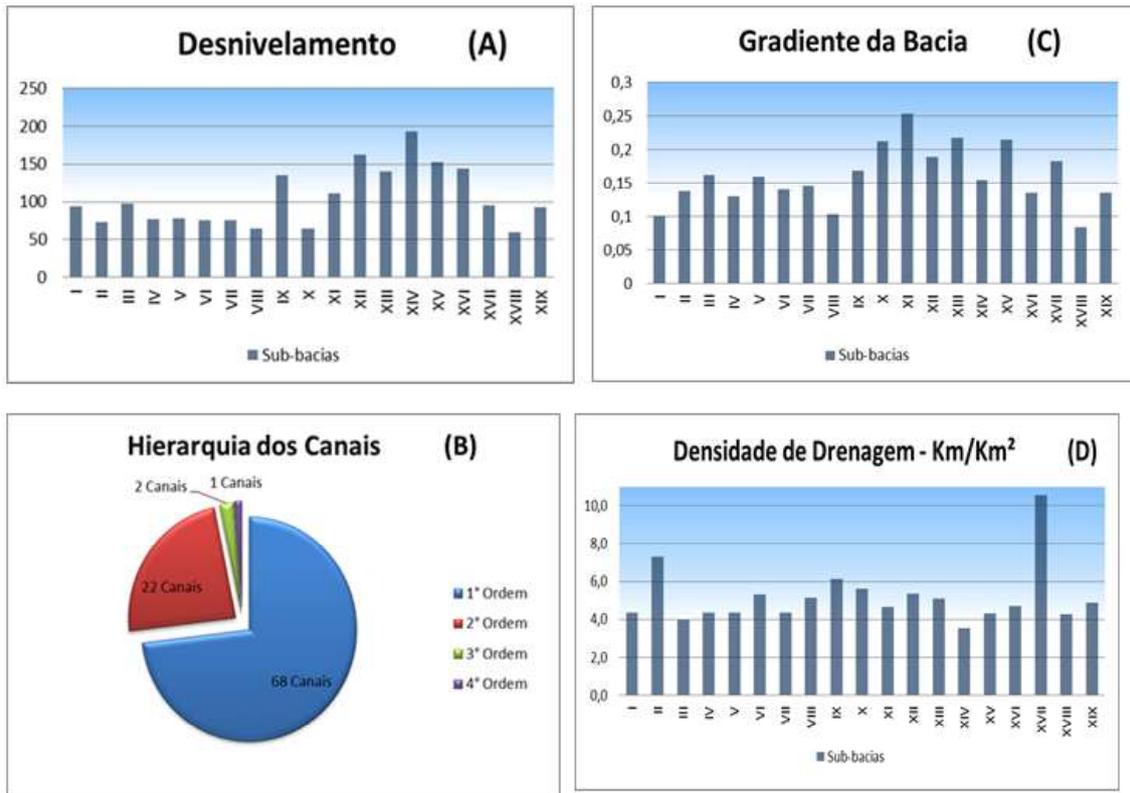


Figura3: Parâmetros morfométricos (A) Desnívelamento, (B) Hierarquia dos canais, (C) Gradiente da bacia e(D) Densidade de drenagem.

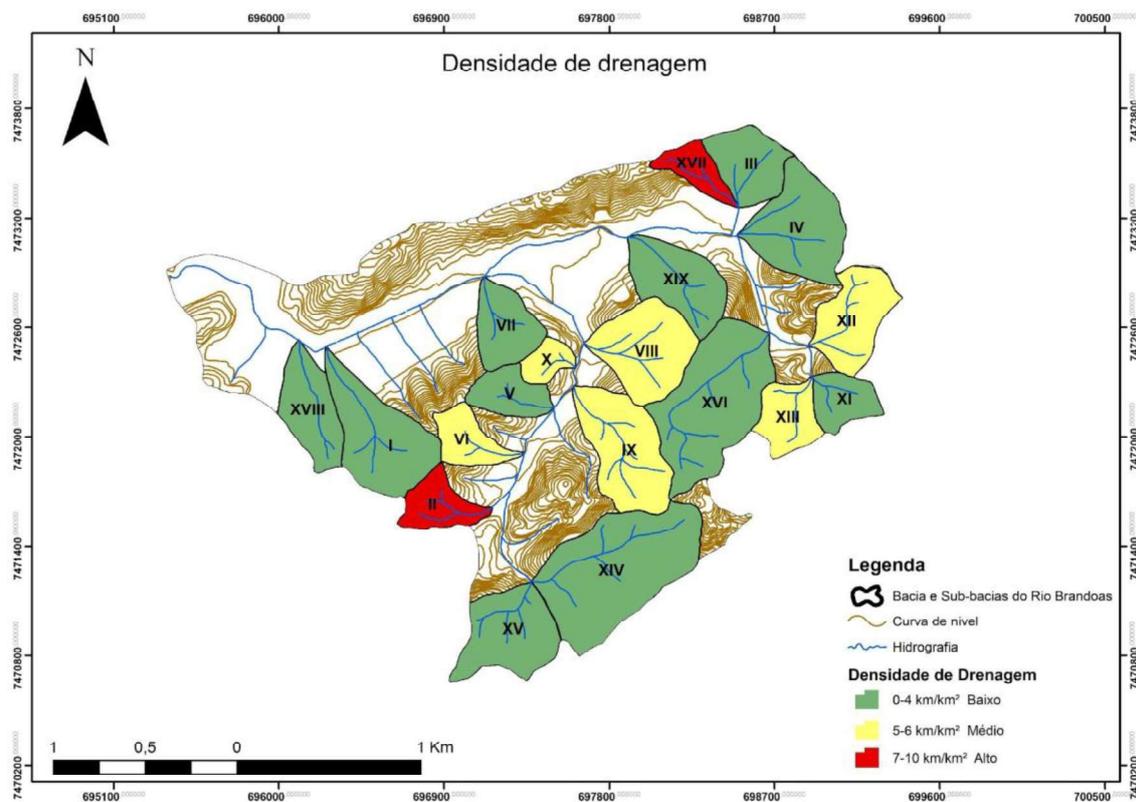


Figura 4: Mapa de densidade de drenagem.

Ao atentarmos à espacialização da declividade no interior da bacia do rio Brandoas, notamos a presença de confluência de sub-bacias com alta e média declividade que juntas garantem a chegada de fluxos de intensidade elevada ao fundo de vale que, por sua vez, são áreas de baixa declividade onde esses fluxos perdem energia e tendem a processos deposicionais. Há a similaridade de confluência entre os mapas de Densidade de Drenagem e Declividade.

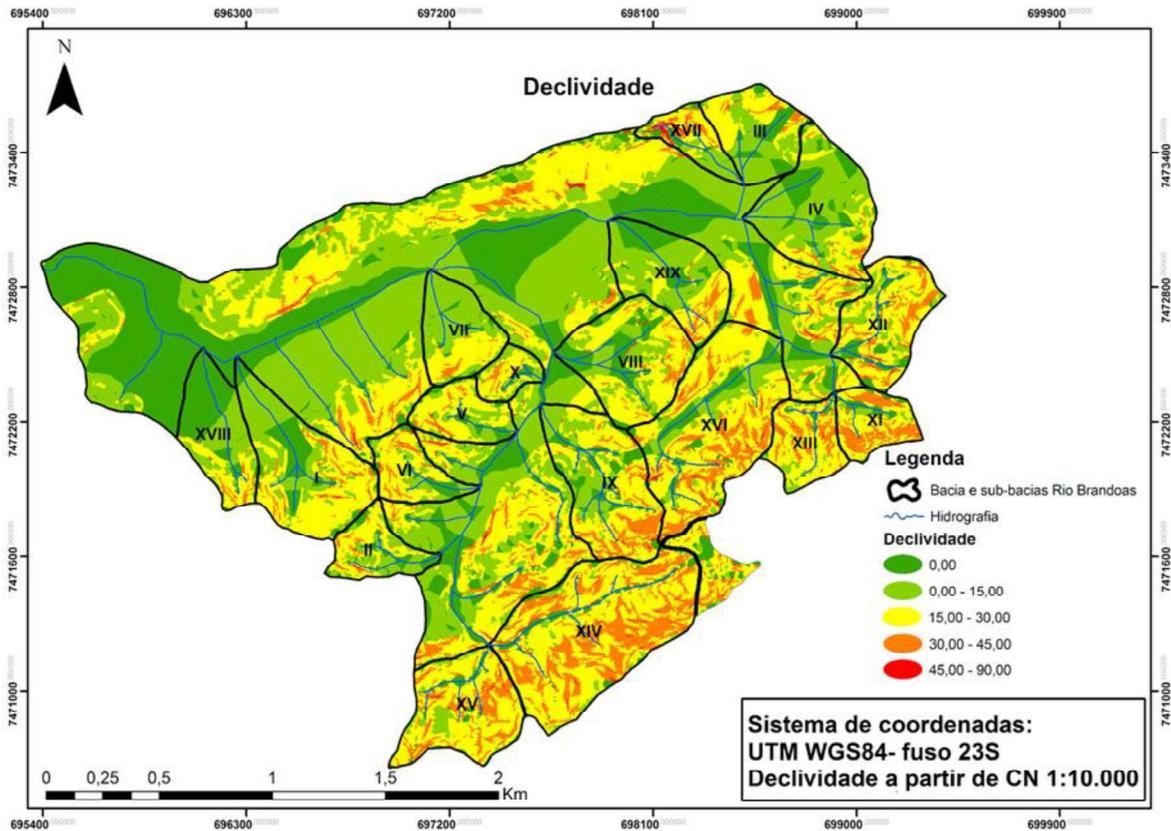


Figura 5: Mapa de Declividade.

A leitura e análise desses dados morfométricos, condicionantes topográficos, pedológicos e de uso de solos, associados aos controle lito-estrutural com mudanças abruptas da orientação dos canais, produzem condições para determinação de locais com maior vulnerabilidade a ocorrência de fenômenos hidro-erosivos (enchentes) no interior da bacia. Tal apontamento é colocado com a realidade empírica do local. O mapa a seguir demonstra o resultado de tais perspectivas de análise.

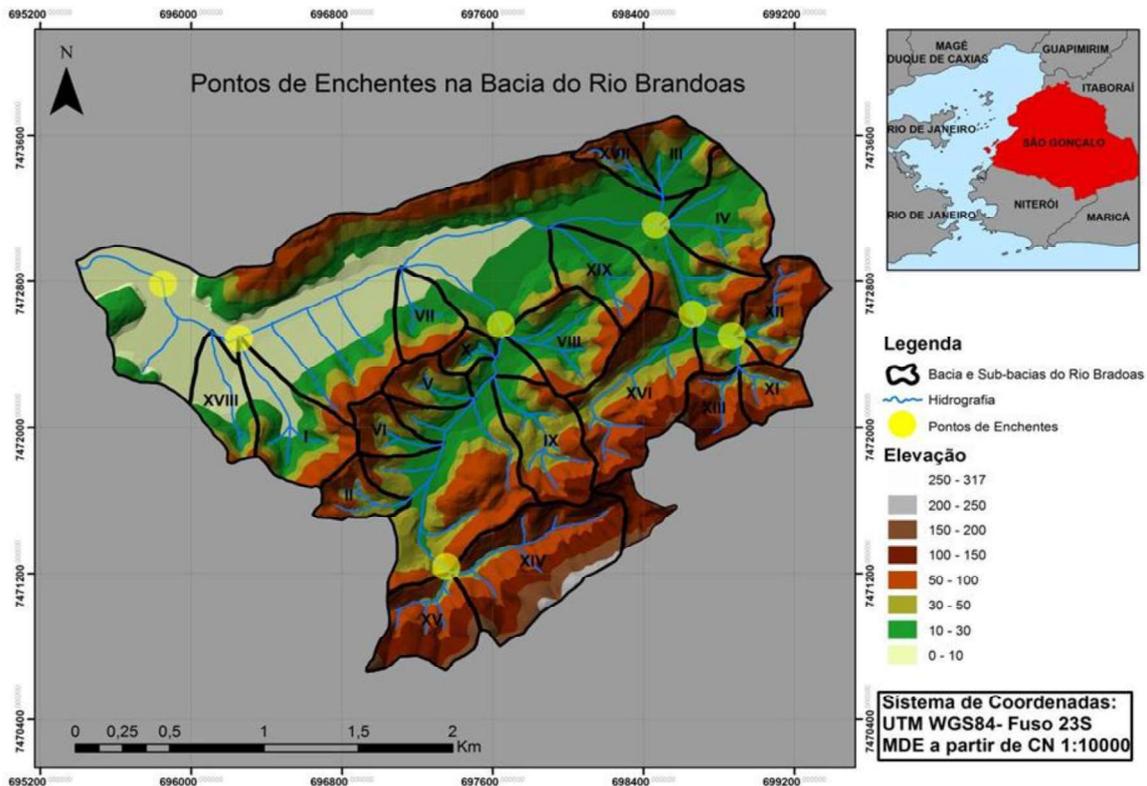


Figura 6: Mapa com pontos de Suscetibilidade às enchentes.

#### 4- Conclusão

Conforme os resultados apresentados, podemos concluir que esses dados auxiliam na identificação de áreas com maior ou menor vulnerabilidade a desenvolver determinados processos hidro-erosivos dentro da bacia hidrográfica em análise. Além disso, foi possível avaliar que as áreas de estudo apresentam, de maneira geral, valores consideráveis em todos os parâmetros estudados, representando que essa é uma área propícia a sofrer processos de erosão e enchentes. A bacia do rio Brandoas sofre com as alterações em seu ambiente natural, principalmente com a ocupação de margens fluviais e cabeceira de drenagem, o que afeta a recarga de seus leitos e produz grandes volumes de fluxos superficiais, que acarretam além das enchentes urbanas, assoreamento dos canais fluviais. Esses fluxos, juntamente com o formato das características da bacia, topografia e uso do solo, têm suas médias de Densidade de Drenagem ressaltadas (5,2 Km/Km<sup>2</sup>). Este índice remete ao poder de esculturação dos fluxos sobre o relevo nessas bacias, que com as condições ambientais originais modificadas pela urbanização, produzem problemas socioambientais nessas áreas.

## 5- Bibliografia

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. Editora: Edgard Blucher, São Paulo, 2ª edição, 1980.

COELHO NETTO, Ana Luiza & AVELAR, André S. **Faturas e Desenvolvimento de Unidades Geomorfológicas Côncavas no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul**. Revista Brasileira de Geociências, junho de 1992.

COSTA, Fabio Henrique Lima. **Dinâmica hidrológica e urbana na bacia rio D. Vicência: Subsídios geomorfológicos ao entendimento das enchentes no Município de Niterói/RJ**. Monografia de Graduação- UERJ/ FFP, São Gonçalo/RJ. 2013.

GUERRA, Antônio José Teixeira & VITTE, Antônio Carlos. **Reflexões sobre a Geografia Física do Brasil**. Editora: Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2004.

SHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de Bacias Hidrográficas. Teorias e Aplicações**. Bahia: UESC, 2002. 293p.