

ANÁLISE MORFOMÉTRICA COMO SUBSÍDIO GEOMORFOLÓGICOS PARA A  
COMPREENSÃO DAS ENCHENTES URBANAS NA BACIA DO RIO ICARAÍ  
NITERÓI-RJ

**ANÁLISE MORFOMÉTRICA COMO SUBSÍDIO GEOMORFOLÓGICOS  
PARA A COMPREENSÃO DAS ENCHENTES URBANAS NA BACIA DO RIO  
ICARAÍ NITERÓI-RJ**

Lagoeiro, G.S.P.<sup>1</sup>; Costa, F.H.L.<sup>2</sup>; Rocha Leão, O.M.<sup>3</sup>;

<sup>1</sup>UERJ/FFP *Email: gustavosplagoeiro@hotmail.com*;

<sup>2</sup>UERJ/FFP *Email: fabiohenri1@gmail.com*;

<sup>3</sup>UERJ/FFP *Email: orochaleao@hotmail.com*;

**RESUMO:**

A bacia do Rio Icaraí Localizada na cidade de Niterói (RJ) é uma bacia altamente urbanizada com suas encostas e margens de canais densamente ocupadas. Seus rios são modificados por obras de canalização em quase toda sua extensão tornando-os “invisíveis”, e contribuindo para alterações hidrológicas ao longo da bacia. A ação direta do escoamento superficial gera grande elevação na vazão nos eventos de chuva de alta intensidade e/ou longa duração, gerando enchentes na área de planície.

**PALAVRAS CHAVES:**

*Bacia hidrográfica; Análise morfométrica; Enchentes urbanas*

**ABSTRACT:**

The basin of the Rio Icaraí Located in the city of Niterói (RJ) is a highly urbanized with its slopes and margins densely populated channels basin. Its rivers are modified by plumbing works in almost its entire length making them "invisible", and contributing to hydrological changes along the basin. The direct action of runoff flow generates great increase in rainfall events of high intensity and / or long term, generating floods in the plains area.

**KEYWORDS:**

*Hydrographic basin; Morphometrical analysis; urban flooding*

**INTRODUÇÃO:**

A Bacia do Rio Icaraí tem uma área com 8,31 Km<sup>2</sup> compreendendo sete bairros da cidade de Niterói (RJ) , e vai da zona Norte a região das praias da Baía de Guanabara de

# ANÁLISE MORFOMÉTRICA COMO SUBSÍDIO GEOMORFOLÓGICOS PARA A COMPREENSÃO DAS ENCHENTES URBANAS NA BACIA DO RIO ICARAÍ NITERÓI-RJ

acordo com a divisão política administrativa da cidade, com aproximadamente 130 mil habitantes segundo o censo 2010 (IBGE), sofreu e sofre intensas modificações desde o fim do século XIX. Entretanto nas últimas décadas, principalmente a partir de 1990 observa-se uma extensa degradação devido a grande expansão e especulação do mercado imobiliário. As transformações foram tão profundas que suas águas não chegam diretamente no exultório da bacia, a Baía de Guanabara, mais são captadas por uma ETE (Estação de tratamento de Esgoto) e por um emissário e enfim chegam a Baía. Tais modificações hoje geram inúmeros problemas a bacia, dos quais se destacam as enchentes urbanas nas planícies, e os movimentos de massa em suas encostas densamente ocupadas, evidenciando o padrão segregador de urbanização que separa nitidamente como observa Mendonça (2005) às populações em vulnerabilidade socioambiental, das com recursos para resistir a eventos catastróficos. Em destaque na bacia tivemos os eventos das chuvas de abril de 2010, com o desastre do morro do Bumba que se localiza em uma das encostas da bacia, entre outras localidades da mesma que tiraram vidas e desabrigaram centenas de pessoas, corroborando assim para identificar inúmeras áreas de risco. Este trabalho através de imagens de satélite, fotografias aéreas e a utilização de SIG's ( Sistema de Informação Geográfica) como ArcGis e o Google Earth e a utilização de GPS ( Global Position System) pretende mostrar as transformações na drenagem urbana, a identificação dos percursos dos canais manilhados "invisíveis" e canalizados, os pontos de enchentes urbanas na bacia e com o subsídio geomorfológico da análise morfométrica das sub-bacias de 2º ordem, e o mapeamento destes em eventos de chuvas de alta intensidade e/ou longa duração.

## **MATERIAL E MÉTODOS:**

A partir de trabalhos de campo realizados na bacia em eventos de chuvas intensas, observou-se os pontos de enchentes urbanas, estes pontos foram mapeados através de um GPS, com o mesmo equipamento também mapeamos os pontos aonde podíamos identificar os canais na bacia, depois estes pontos foram lançados no ArcGis 9.3 e seu arquivos convertidos para feições no Google Earth, e neste programa fomos vetorizando os canais da bacia, principalmente aqueles de difícil acesso, e identificamos as áreas que o canal se torna "invisível", sendo manilhado, detalhamos assim a reconfiguração dos canais da drenagem urbana da bacia. Novamente no ArcGis utilizamos uma carta topográfica do CIDE digitalizada, na escala de 1:10000 aonde extraímos as curvas de nível para a delimitação da bacia e os parâmetros morfométricos utilizados na pesquisa. Segundo Dietrich et al. (1986, apud COSTA, 2013) optou-se por se considerar as linhas de drenagem ou concavidades sem canais, como vales canalizados. Já que em períodos chuvosos são zonas de convergência dos principais fluxos d'água superficiais e/ou subsuperficiais. Horton (1945, apud SOUZA, 2005) um dos primeiros a usar a estudos morfométricos, sugeriu que a área, a densidade de drenagem e a declividade têm grandes correlações com a descarga máxima de inundações. Outro autor que trabalhou esta análise e serviu de base para este trabalho foi CHRISTOFOLETTI (1980) que utilizando índices e parâmetros para a quantificação dos dados sobre a bacia de drenagem, subdivide a análise em quatro itens: hierarquia fluvial, análise areal, análise linear e análise hipsométrica. O presente trabalho utilizou os parâmetros de hierarquia

## ANÁLISE MORFOMÉTRICA COMO SUBSÍDIO GEOMORFOLÓGICOS PARA A COMPREENSÃO DAS ENCHENTES URBANAS NA BACIA DO RIO ICARAÍ NITERÓI-RJ

fluvial segundo STRAHLER (1952, apud CHRISTOFOLETTI 1980) delimitando as sub-bacias de segunda ordem e posteriormente à delimitação foram obtidos os resultados dos seguintes índices: hierarquia de canais da bacia, desnivelamento, gradiente e densidade de drenagem das sub-bacias de segunda ordem da bacia do rio Icaraí.

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO:**

Após observações em campo, e principalmente a utilização das geotecnologias que foram fundamentais para a análise da bacia, e na elaboração de vários mapas na plataforma dos SIG's, como os mapas de uso e cobertura do solo, MDE e o TIN. Além é claro da manipulação dos dados gerados e sua visualização o que possibilitou o uso da imagem de satélite Quick Bird 2008 da área da bacia, e uma fotografia aérea do voo Maricá realizado pelo DRM em 1976, mostrando que neste espaço de tempo a verticalização da área da planície e principalmente a expansão da ocupação das encostas da bacia, hoje densamente ocupadas ocorreram de forma desordenada intensificando o fluxo superficial através da impermeabilização. Além de pesquisas históricas em mapas, sendo encontrada uma carta topográfica de 1833 da bacia evidenciando o traçado dos canais fluviais em meandros. Justamente toda esta observação da modificação advindo da urbanização trouxe a tona o problema das enchentes urbanas, ao qual foi elaborado um mapa com a reconfiguração destes canais seus traçados atuais e o seu tipo de intervenção classificado em canalizados, como por exemplo, obras como a retificação e o confinamento dos canais, e manilhados como os canais fechados ou subterrâneos, e os pontos de enchentes urbanas na bacia. Ao analisar o mapa (figura 1) vemos que os pontos de enchentes urbanas se localizam majoritariamente aonde temos os canais manilhados, por consequência do grande escoamento superficial devido ao grau de pavimentação e construções em sua área, chegando ao extremo das ruas situadas em fundos de vale se tornarem rios escoando diretamente grande fluxo superficial para as confluências na planície aonde podemos identificar esses pontos que estão diretamente relacionados ao estrangulamento dos canais que estão manilhados, isso é causado devido a diminuição das seções de vazão e assoreamento destes. Foram também elaborados mapas e tabelas com os parâmetros morfométricos utilizados na análise das sub-bacias de segunda ordem da bacia. Na hierarquia dos canais, o Rio Icaraí apresenta-se de 4ª ordem, e sua bacia tendo 49 canais de primeira ordem, 16 canais de segunda ordem, 2 de terceira ordem e 1 de quarta ordem. Para a bacia adotou-se o critério de subdividi-la em sub-bacias de 2ª ordem, onde foram extraídos dados de desnivelamento, gradiente da bacia e densidade de drenagem. Foram identificadas 14 sub-bacias de 2ª ordem na bacia do Rio Icaraí (figura 2). O desnivelamento das sub-bacias se apresentou elevado com média de 136,9 metros, fato que produz um acentuado fluxo de escoamento superficial, visto que o alto grau de inclinação do terreno não permite o tempo necessário para a atuação dos processos de infiltração do terreno, fato que é potencializado pelo desmatamento, ocupação das encostas e impermeabilização das áreas urbanas. Já o gradiente das sub-bacias este parâmetro apresenta grande contribuição, pois fornece especificidades a mais aos dados gerados a partir do desnivelamento, visto que, são simples para o entendimento da dinâmica hídrica das bacias hidrográficas. As bacias com mesmo desnivelamento podem possuir

## ANÁLISE MORFOMÉTRICA COMO SUBSÍDIO GEOMORFOLÓGICOS PARA A COMPREENSÃO DAS ENCHENTES URBANAS NA BACIA DO RIO ICARAÍ NITERÓI-RJ

comprimentos de canais diferentes, e assim, a dinâmica hídrica e sedimentológica em cada uma se dará de forma distinta como em algumas das sub-bacias que mesmo com maior desnivelamento não tem o maior gradiente topográfico. E o índice morfométrico de densidade de drenagem permite conhecer o potencial da bacia na geração de maior ou menor escoamento superficial da água, o que leva ao conhecimento da intensidade dos processos erosivos dos canais. Tal índice qualifica os dados referentes ao desnivelamento e o gradiente da bacia, pois estabelece uma relação entre as áreas das sub-bacias com a extensão dos seus canais, fato que indica a velocidade com que o escoamento superficial deixa a sub-bacia, propiciando a intensificação da incisão dos canais. A densidade média das Sub-bacias é de 5,47 Km/km<sup>2</sup>.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS:**

A análise morfométrica das sub bacias foram de extrema importância para a análise das enchentes urbanas na bacia do Rio Icaraí, já que quantificou os dados que caracterizaram principalmente o grande fluxo superficial em eventos chuvosos de alta intensidade e/ou longa duração que escoam das sub-bacias e vão para com grande rapidez através das vias e dos rios canalizados na planície da bacia ocasionando as enchentes. Com esta análise e com a elaboração do mapa das transformações dos canais e dos pontos de enchentes urbanas, temos uma resposta a grande maioria da população que hoje ainda não reconhece que vive em uma bacia hidrográfica mesmo em áreas densamente ocupadas e modificadas, e faz parte deste sistema que depende de suas ações. Entretanto esta população também sofre com as respostas da bacia a essas modificações algo que fica evidente nos grandes eventos catastróficos de enchentes nas planícies e movimentos de massa nas encostas.

### **AGRADECIMENTOS:**

Agradeço ao professor Otavio pela orientação e colaboração a este trabalho, e ao Fabio pela ajuda no desenvolvimento das pesquisas e resultados, e ao professor Vinicius Seabra por me apresentar as geotecnologias e a oportunidade de aprender mais a fundo com a monitoria de geoprocessamento junto a bolsa do CETREINA (UERJ) na graduação.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

AMARAL, Rosangela do; RIBEIRO, R.R.. Inundação e Enchentes. In: Tominaga, Lídia Keiko; Santoro, Jair; Amaral, Rosangela do (Org.). Desastres naturais: conhecer para prevenir / Lídia Keiko Tominaga, Jair Santoro, Rosangela do Amaral (orgs.). São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 196 p.

ANÁLISE MORFOMÉTRICA COMO SUBSÍDIO GEOMORFOLÓGICOS PARA A  
COMPREENSÃO DAS ENCHENTES URBANAS NA BACIA DO RIO ICARAÍ  
NITERÓI-RJ

BOTELHO, R.G.M.; SILVA, A.S.. Bacia Hidrográfica E Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A.J.T. (Org.). Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil. 2º ed. – Rio de Janeiro: Bertran Brasil, 2007.280p.

BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. Bacias Hidrográficas Urbanas. In: GUERRA, Antônio José Teixeira (Org.). Geomorfologia Urbana. Rio de Janeiro: Bertran Brasil, 2011. 280p.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise de Bacias Hidrográficas. In Geomorfologia. São Paulo, Ed Edgar Blucher, 1980.

COELHO NETTO. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, Antônio Jose Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (org.). Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos. 4º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil,2001.

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 – Universidade do Estado do Rio de Janeiro - FFP / Departamento de Geografia, 2013

CUNHA, S.B. da. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, Antônio Jose Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (org.). Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos. 4º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil,2001.

COSTA, Helder Enchentes no Estado do Rio de Janeiro – Uma Abordagem Geral /Helder Costa, Wilfried Teuber. Rio de Janeiro: SEMADS 2001

GUERRA, A.J.T. (2008a). Encosta e a Questao Ambiental. In: A Questão Ambiental – Diferentes Abordagens. S.B. Cunha e A.J.T> Guerra (orgs). Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 4ª ed., p. 191-218.

GUERRA, A.J.T. (2008b). Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, Antônio Jose Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (org.). Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos. 8º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil,2008.472 p.

MENDONCA, F. A. . Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: Uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPR), Curitiba, v. 1, p. 139-148, 2005.

ANÁLISE MORFOMÉTRICA COMO SUBSÍDIO GEOMORFOLÓGICOS PARA A  
COMPREENSÃO DAS ENCHENTES URBANAS NA BACIA DO RIO ICARAÍ  
NITERÓI-RJ

SILVEIRA, André L.L. da. Ciclo hidrológico e bacias hidrográficas. In: TUCCI, Carlos E. M. (org.). Hidrologia: Ciências e aplicação. 4. Ed. Porto Alegre: ED. Universidade/ UFRGS: ABRH, 2009. 943p.

SOUZA, C.R. de G. Suscetibilidade Morfométrica de Bacias de Drenagem ao desenvolvimento de inundações em Áreas Costeiras. In: Revista Brasileira de Geomorfologia, ANO 6, N° 1(2005) 45-61.

TUCCI, André E. L. L. da. Escoamento superficial. In: TUCCI, Carlos E. M. (org.). Hidrologia: Ciências e aplicação. 2. Ed. Porto Alegre: ED. Universidade/ UFRGS: ABRH, 2001. 943p.

VIEIRA, V. T.; CUNHA, S. B. Mudanças na Rede de Drenagem Urbana em Teresópolis. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, J. T. Impactos Ambientais e Urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 51-111p.