

## **Diagnóstico do trecho retilinizado do rio Macaé visando o controle de inundações com o uso de soluções baseadas na natureza**

### *Diagnosis of the rectilined stretch of the Macaé river to control flooding with the use of solutions based on nature*

**Clarissa Rosa Vieira Della Justina, Mestranda de Engenharia Ambiental, Instituto Federal Fluminense**

cla.rvieira@gmail.com

**Jader Lugon Junior, Doutorado em Modelagem Computacional pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro no Instituto Politécnico, Instituto Federal Fluminense**

jlugonjr@gmail.com

**Maria Inês Paes Ferreira, Pós-doutorado em Gestão Integrada dos Recursos Naturais pelo Instituto de Pesquisa da Reserva da Biosfera Mount Arrowsmith da Vancouver Island University, Instituto Federal Fluminense**

ines\_paes@yahoo.com.br

**Pedro Paulo Gomes Watts Rodrigues, PhD pela School of Marine Science and Technology - University of Newcastle Upon Tyne, Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

pwatts@iprj.uerj.br

### **Resumo**

Objetiva-se com o presente estudo realizar um diagnóstico ambiental no rio Macaé, localizado no estado do Rio de Janeiro. O diagnóstico foi elaborado por meio de trabalho de campo na região do baixo curso do rio e registro fotográfico dos trechos que apresentaram áreas com características de degradação e potencial para nova intervenção. Dados de literatura e de campo revelaram que os principais problemas encontrados foram: a forma como o canal foi construído, a inexistência de mata ciliar, presença de erosão nas margens, e compactação da camada superficial do solo associadas ao aumento da declividade do canal, à construção de diques/pôlderes, as atividades agropecuárias e ao manejo inadequado do solo na região. Sugere-se o emprego das soluções baseadas na natureza para conter erosão e para compor obras de intervenção de maneira sustentável e mais próxima da natureza.

**Palavras-chave:** Alagamentos, Requalificação fluvial; Planície de inundação; Bioengenharia; SBN.



## **Abstract**

*The objective of this study is to carry out an environmental diagnosis in the Macaé river, located in the state of Rio de Janeiro. The diagnosis was made by means of field work in the region of the low river course and photographic record of the stretches that presented areas with characteristics of degradation and potential for a new intervention. Literature and field data revealed that the main problems encountered were: the way the canal was constructed, the absence of riparian forest, presence of erosion at the margins, and compaction of the soil surface layer associated to the increase of the channel slope, construction of dikes / polders, agricultural activities and inadequate management of soil in the region. It is suggested the use of solutions based on nature to contain erosion and to compose intervention works in a sustainable way and closer to nature.*

**Keywords:** *Flooding, River requalification; Flood plain; Bioengineering; NBS.*

## **1. Introdução**

Com a descoberta do petróleo no Estado do Rio de Janeiro por volta de 1974, e posteriormente com a chegada da Petrobras em 1978, Macaé passou a viver um novo momento econômico. Além das culturas de cana-de-açúcar, café e agropecuária, as atividades petrolíferas foram iniciadas e motivaram o acelerado crescimento demográfico seguido da urbanização não planejada (SEA/INEA, 2012).

Foi entre as décadas de 1940 e 1980, que também o DNOS realizou várias obras na região, entre elas a de retificação dos canais fluviais no baixo curso da Bacia Hidrográfica Macaé e das Ostras, envolvendo cerca de 60km do canal principal do rio Macaé e mais os trechos dos afluentes rio São Pedro, rio D' Antas e o canal Jurumirim rumo ao rápido escoamento em direção ao oceano na ocorrência de chuvas intensas evitando a inundação das áreas mais baixas do município e aumentando a extensão das terras secas para a atividade agropecuária (ASSUMPÇÃO et al., 2012; MARÇAL et al, 2017).

Segundo Canholi (2014), o conceito de canalização pode ser referenciado à prática da canalização convencional exercida por décadas em todo o mundo. De modo particular no Brasil, essa prática, têm enfatizado a construção de galerias e canais de concreto, tamponamento dos córregos, à retificação de traçados, ao aumento de declividades de fundo e outras intervenções que propiciem o rápido escoamento das águas provenientes de precipitações e o aproveitamento dos fundos de vale como vias de tráfego, tanto laterais aos canais como sobre eles.

Obras de retificação dos traçados dos rios objetivavam ainda, a criação de áreas para usos para a agricultura, agropecuária, urbanização, construção de estradas e ferrovias. Essas intervenções ao longo do tempo transferiam os efeitos de cheias para os trechos a jusantes, de modo a procurar novas áreas para ocupar e gerar novas situações de perigo, e ocasionalmente, de risco ao impactar áreas então habitadas (MIGUEZ et al., 2018; TAVARES, 2017, FREITAS et al., 2015).

Retificar um corpo hídrico resulta no aumento da capacidade hidráulica da rede de drenagem, acelera os escoamentos, ao mesmo tempo que transfere os problemas de

inundação para as áreas a jusante da intervenção, reduz a capacidade de armazenamento em calha quando a calha secundária dos rios se torna suprimida, aumentando o volume de água nas regiões mais baixas da bacia (MIGUEZ et al., 2016; ASSUMPÇÃO et al., 2012).

Embora a dinâmica fluvial do rio Macaé tenha sido alterada como uma solução para reduzir os desastres hidrológicos, as inundações no município de Macaé continuam a ocorrer a jusante dos trechos retelinizados, cujas cheias têm apresentado maior intensidade e com períodos de retorno cada vez mais curtos (TAVARES, 2017; TAVARES et al., 2017; FREITAS et al., 2015).

Objetiva-se com este trabalho realizar um diagnóstico ambiental no rio Macaé identificando trechos no canal retelinizado que apresentem características de degradação e potencial para nova intervenção a partir da indicação de soluções baseadas na natureza visando o controle de inundações.

## 2. Metodologia

Este artigo constitui-se numa pesquisa descritiva exploratória de caráter qualitativo somando-se aos dados secundários obtidos por meio de pesquisa bibliográfica e documental buscou-se o contato direto com as áreas a serem estudadas. Assim, foi realizado em dezembro de 2018 um trabalho de campo para reconhecimento do local com registro fotográfico e registro das coordenadas geográficas.

O equipamento utilizado para a coleta de dados geográficos foi o aplicativo de celular GPS Coordenadas versão 2.04, precisão de cobertura dos satélites 10 (dez) metros.

A saída de campo contou com a visita à 4 (quatro) pontos do trecho retelinizado no baixo curso do rio Macaé. As coordenadas geográficas registradas no aplicativo GPS Coordenadas foram verificadas no software Google Earth Pro, cobertura de imagem Landsat/Copernicus de 07 de fevereiro de 2018. A Tabela 1 a seguir apresenta os pontos visitados:

Pontos	Descrição	Coordenadas Geográficas
Ponto 1	Início do trecho retelinizado, situado entre as localidades de Bicuda Pequena e Areia Branca próximo ao encontro com o afluente D'Antas.	22° 23' 10" S 42° 03' 44" W
Ponto 2	Ponte das Neves situada na RJ-162 sobre o rio Macaé, próximo ao Parque Natural Municipal Fazenda Atalaia.	22° 19' 39" S 41° 58' 57" W
Ponto 3	Ponte sobre o rio Macaé cruzando a BR-101, próximo à Usina Termoeletrica Norte Fluminense.	22° 17' 43" S 41° 52' 48" W
Ponto 4	Estação da Severina próximo ao ponto de captação de água para abastecimento do município.	22° 17' 47" S 41° 53' 49" W

**Tabela 1: Pontos visitados no trecho retelinizado do rio Macaé.**

Durante a incursão foram obtidos relatos de dois informantes-chave, residentes nas proximidades do corpo hídrico em estudo. A seguir são apresentados:

- Informante-chave 1: morador da região situada entre a localidade de Bicuda Pequena e Pedra Branca à 17 (dezessete) anos. Possui sua propriedade rural localizada no início do trecho retificado do rio Macaé próximo a confluência do rio Macaé com o afluente rio D'Antas;

- Informante-chave 2: natural do município de Macaé, pesquisador da região, visita e conhece toda a região no entorno do rio em estudo.

Os relatos foram espontâneos e não-estruturados tendo como temática a última grande cheia ocorrida na região, em novembro de 2018.

## 2.1. Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do rio Macaé constitui de extrema importância no abastecimento de água do município de Macaé, tanto para o consumo da população local, quanto para as atividades “off shore”. Ao mesmo tempo, a problemática das cheias continua a preocupar o município, pois se estende a problemas ambientais e sociais. São inundações que atingem as comunidades carentes, o assoreamento de canais que dificulta a captação e a qualidade das águas para abastecimento da população, a erosão marginal dos rios e a extinção de mangues, e a poluição dos rios que agravam a situação do ecossistema local como um todo (ASSUMPÇÃO et al., 2012; SEA/INEA, 2014; TAVARES, 2017).

O rio Macaé possui sua nascente localizada entre 1500 e 1600 metros de altitude no município de Nova Friburgo região serrana do norte do estado do Rio de Janeiro. Percorre 136 km em direção ao oceano Atlântico desembocando próximo ao centro urbano da cidade Macaé (MARÇAL et al., 2017, TAVARES et al., 2017).

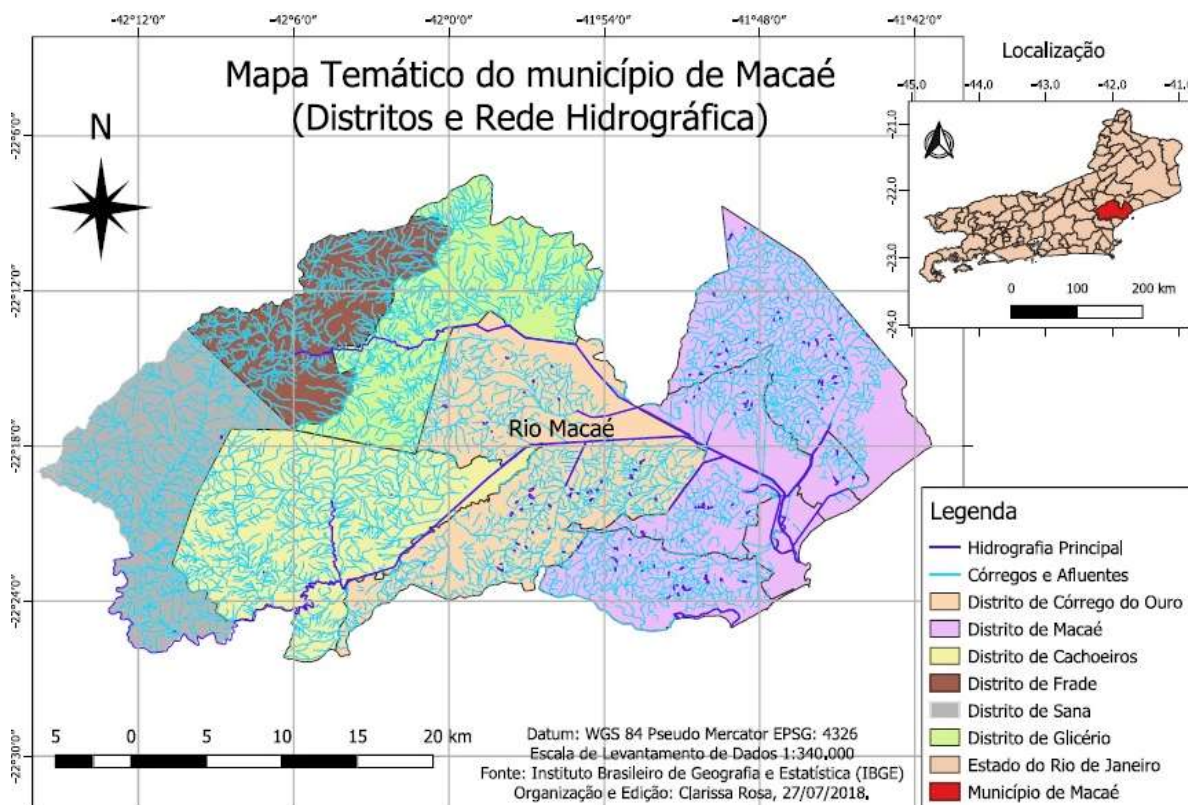
A região no entorno do baixo curso do rio Macaé é caracterizada por uma vasta planície de inundação, formações alagadas, originalmente denominadas por brejos. Assim como as obras de retificação de traçado, muitas dessas áreas foram drenadas para darem espaço a produção de gado. São áreas constituídas por gramíneas (capins) para o uso de pastagem, muito comuns nas áreas planas, como colinas suaves e planícies (SEA/INEA, 2014; FREITAS et al., 2015).

Devido as obras de retificação no seu traçado, o rio Macaé passou por modificações em suas feições geomorfológicas, as quais, puderam ser observadas por meio de análise de fotografias aéreas no ano de 1968 (escala de 1:20.000) e ano 2000 (escala de 1:10.000), juntamente com imagem de satélite obtida Software Google Earth pela internet no ano 2007, e cartas topográficas do IBGE (escala de 1:50.000). Constatou-se alteração da largura média da seção de 37 (trinta e sete) metros em 1968 para 57 (cinquenta e sete) metros no ano de 2000, além de trechos com erosão nas margens e formação de depósitos em ilhas, barras, entre outras feições geomorfológicas menores (ASSUMPÇÃO et al., 2012).

Outros estudos foram realizados, utilizando-se do método de análise e construção transversal em canal fluvial com índices e parâmetros estatísticos, o qual, foi possível detectar a mudança na largura no trecho retificado do rio Macaé na confluência com os afluentes rio D'Antas e rio São Pedro. Com o rio D'Antas antes, a largura antes da confluência é de 30 (trinta) metros e após passa a ser 45 (quarenta e cinco) metros. Com o

rio São Pedro antes da confluência, a largura é de 33 (trinta e três) metros e após passa a ser 55 (cinquenta e cinco) metros (MARÇAL, 2013).

A figura 1, a seguir, ilustra a localização do município de Macaé em relação ao estado do Rio de Janeiro, bem como a divisão por distrito no município e a distribuição hidrográfica da região com destaque para o rio Macaé:



**Figura 1: Mapa temático do município de Macaé (Distritos e Rede Hidrográfica). Fonte: elaborado pelos autores.**

### 3. Resultados e Discussão

Descreve-se a seguir a sistematização dos resultados encontrados durante o trabalho de campo com destaque aos relatos dos informantes-chave acerca dos pontos investigados, de acordo com a ilustração da Figura 2:

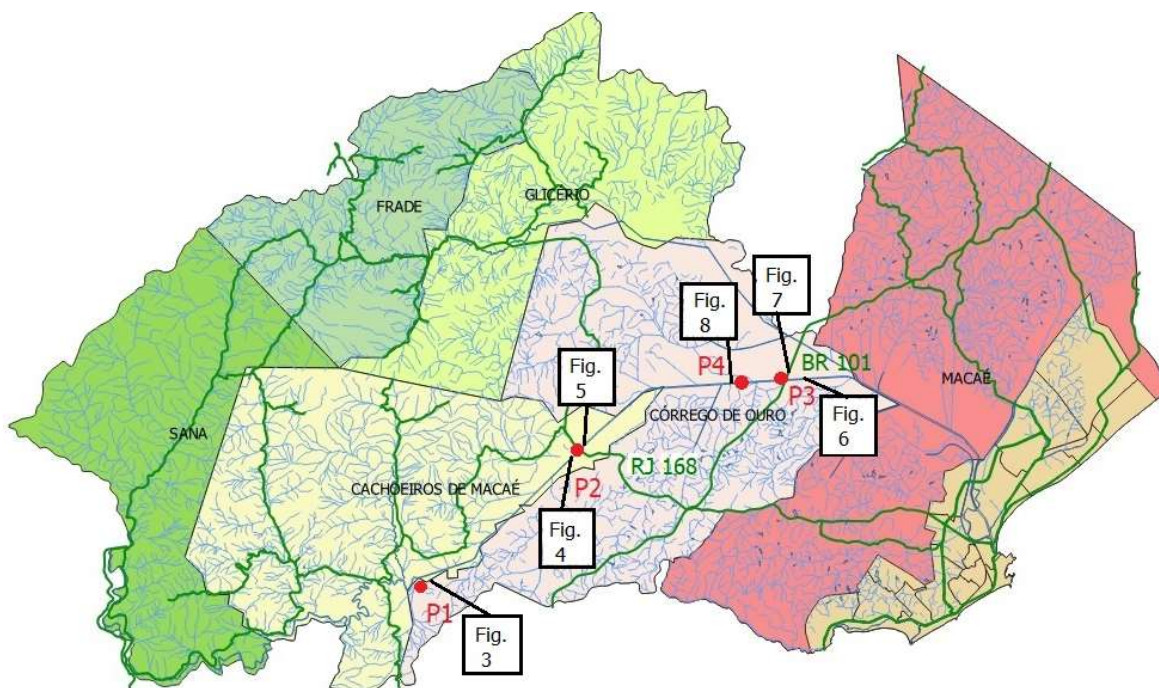


Figura 2: Representação esquemática. Fonte: elaborado pelos autores.

### 3.1. Resultados do trabalho de campo

- Ponto 1: está localizado no início do trecho retificado do rio Macaé onde faz limite com a propriedade do informante-chave 1. Constatou-se que o trecho apresenta erosão nas margens e formação de ilhas com depósitos de sedimentos. O nível do rio encontra-se em estado normal, mesmo tendo passado a 34 (trinta e quatro) dias por uma inundação que avançou sobre suas margens. A figura 3 ilustra o ponto 1 visitado e as características identificadas:



Figura 3: Ponto 1 visitado. Fonte: elaborado pelos autores.

O relato do informante-chave 1 ressaltou que:

*“Adquiriu a área através do processo de assentamento junto ao INCRA; que o rio Macaé já avançou cerca de 50 (cinquenta) metros para a sua propriedade; que segundo orientação do INCRA, não se pode deixar a criação de animais próximas as margens do rio; que o uso e a ocupação junto as áreas próximas das margens são feitos por meio do cultivo de roça de milho, mandioca entre outras; que a última grande enchente que teve na região em (11/11/2018), o rio avançou para a área de plantação chegando a entrar em sua casa, cerca de 20 cm; em pouco tempo, cerca de duas horas; era só o rio levando criação de galinha e pintinhos; que os cavalos tiveram que ser amarrados na cerca para o rio não levar; que nenhuma autoridade legal visitou a área depois do ocorrido”.*

● Ponto 2: está localizado sobre a Ponte das Neves na rodovia RJ-168 que liga a Região Serrana do município de Macaé à Região Central.

A figura 4 ilustra o ponto 2 com vista no sentido à montante do rio retelinizado. Observa-se trecho de mata ciliar recuperada.

A figura 5 ilustra o ponto 2 com vista no sentido à jusante do rio retelinizado. Observa-se trecho com vegetação tipo gramínea para o uso de pastagem e a presença de formações do tipo pôlderes/diques ao longo das margens.



**Figura 4 e 5: Ponto 2 visitado. Fonte: elaborado pelos autores.**

O informante-chave 2 ressaltou que:

*“As margens que antecedem o cruzamento da rodovia RJ-168 com o rio Macaé foram reflorestadas; desconhece quem as tenha feito; e que foram feitas à aproximadamente 8 (oito) anos; que a região é área de propriedade privada; que no sentido à jusante da ponte das Neves é possível perceber a existência de diques formando os pôlderes junto as margens; que os proprietários criam-os com o*

*material da dragagem do rio para evitar a inundação das áreas de pastagem em épocas de cheias”.*

● Ponto 3: está localizado sobre as margens da BR-101 na confluência com o rio Macaé. Situações levantadas, uma durante a época de nível normal do rio (dezembro de 2018), e a outra durante um evento de inundação (março de 2018).

A figura 6 ilustra o ponto 3 com vista no sentido à jusante do rio retelinizado. Observa-se trecho com vegetação tipo gramínea, presença de algumas poucas árvores e/ou pequenos arbustos junto as margens e formações do tipo pôlderes/diques ao longo das margens.

A figura 7 ilustra o ponto 3 com vista no sentido à montante do rio retelinizado. Observa-se durante o evento de inundação ocorrido em março de 2018 que a região no entorno do rio se tornou uma vasta planície alagada. Esse evento deixou o município em situação de emergência.



**Figura 6 e 7: Ponto 3 visitado. Fonte: elaborado pelos autores.**

O informante-chave 2 ressaltou que:

*“As áreas junto as margens do rio Macaé na confluência com a rodovia BR-101 são de propriedade privada; que somente com autorização para se adentrar nelas; que o dique ali construído é possível se deslocar sobre ele até a confluência do rio Macaé com o seu afluente o rio São Pedro”.*

● Ponto 4: está localizado junto a margem do rio Macaé, próximo ao ponto de captação de água para abastecimento do município.

A figura 8 a seguir ilustra a margem do rio Macaé com vista para o sentido à montante do canal retelinizado. Observa-se na local vegetação do tipo gramínea (capim), algumas árvores representativas, mas espaçadas, e formações do tipo pôlderes/diques ao longo das margens que servem como estrada.





**Figura 8: Rio Macaé na Fazenda Severina. Fonte: elaborado pelos autores.**

O Informante-chave 2 ressaltou que:

*“A área situada às margens do rio Macaé é denominada Fazenda Severina; que a concessionária de abastecimento de água do município, CEDAE, tem seu ponto de captação ali próximo; que a balsa que faz a dragagem do rio está no local; que o material da dragagem uma parte é destinada a exploração de areia e a outra parte para manutenção dos diques; que a dragagem é realizada constantemente para evitar o entupimento das bombas da concessionária CEDAE; que o dique ali existente dá acesso a ponte das Neves”.*

### **3.2. Das Soluções Baseadas na Natureza – SBN: uma alternativa?**

Para o Ponto 1 visitado, a tabela 2 a seguir apresenta algumas das biotécnicas recomendadas por Fracassi (2017) a fim de promover a estabilização do talude, revegetação das margens e a proteção do solo contra a erosão e ao fluxo da corrente:

Técnicas	Tipo de intervenção
Feixes	obra hidráulica longitudinal
Camada de arbustos	galhos cortados em camadas entre camadas de solo
Plantio	espécies lenhosas arbóreas e arbustos de espécies nativas
Biomanta e geomanta:	estrutura reticular de composição orgânica ou inorgânica
Sistemas de solo reforçado com vegetação	uso do solo e malha de arame de dupla torção/material polimérico com alta resistência à tração
Gabiões com solo	caixa de malha de arame, dupla torção e solo vegetal
Estrutura de solo reforçado	bloco de solo compactado e malha de arame dupla torção.
Elementos Inertes	pedras soltas
Gabião caixa e colchão de gabião	caixas de malha de arame de dupla torção preenchidas e ligadas uma a outra com pedras.

**Tabela 2: Descrição das biotécnicas. Fonte: adaptado de Fracassi (2017).**

As biotécnicas correspondem ao uso de materiais inertes como alvenaria, madeira “in natura” ou serrada, restos culturais, grandes pedras ou seixos rolados, arame, telas metálicas ou simplesmente madeira. Produzem o efeito de contribuir com a melhora da instabilidade do talude, a implantação e o crescimento da vegetação, reduzem o potencial de erosão e a velocidade das águas sobre as margens (DURLO et al., 2014).

Biotécnicas constituem-se em métodos construtivos nos quais o uso de materiais diversos, tem sido avaliado para que a dinâmica dos rios e córregos e as características hidromorfológicas sejam restabelecidas. Tratam-se de intervenções de pequeno porte em trechos localizados dos rios, os quais procuram motivar a resiliência dos sistemas fluviais, por meio da conservação e a preservação das margens (FRACASSI, 2017).

Os Pontos 2, 3 e 4 visitados são caracterizados por uma vasta área de planície de inundação, terras de uso de propriedade privada, e pela construção e manutenção de diques devido a dragagem constante do rio Macaé. As soluções para estes trechos devem ser estudadas levando em consideração os seguintes aspectos:

- O plantio de vegetação ribeirinha, segundo estudos de Daigneault et al. (2015), se mostra uma opção rentável, na ordem de 30-40% de redução nos danos decorrentes num evento de inundação estudado, se comparado com outras técnicas;
- Criação de obstáculos em meio ao leito do canal, como troncos de árvores, blocos de pedras, entre outras formas, segundo estudos de Mirosław-Swiątek et al. (2017) podem aumentar a rugosidade superficial;
- Com o aumento do coeficiente de rugosidade da superfície dos canais, o coeficiente de rugosidade para Manning aumenta e o valor da vazão diminui (MUHTAR et al., 2016);
- A vegetação também é considerada um tipo de rugosidade superficial. Suas características (altura, a densidade da planta, a distribuição e a espécie da vegetação) causam efeitos que reduzem consideravelmente a capacidade do canal (CHOW, 1959) em transportar sedimentos de dimensões e formas variadas (FRACASSI, 2017). Quanto menor for a velocidade do fluxo, menor será o tamanho do material transportado, e menor será a capacidade de transporte dos materiais (DURLO et al., 2014).

Segundo Miguez et al. (2015) o controle do uso e da ocupação na planície de inundação reduz cerca de 40% das descargas de um rio em estudo, enquanto que a contribuição de seus afluentes com o uso de diques pode elevar o nível no canal principal em 0,50 m.

O termo Bioengenharia, ou Engenharia Natural, é caracterizado pelo uso de matéria vegetal viva para compor técnicas construtivas e de estrutura na engenharia civil. São técnicas ecológicas, sustentáveis e de aspecto socioeconômicos atrativos que têm se destacado, principalmente em países europeus, pelo seu uso nos processos de requalificação fluvial (RAUCH et al., 2014).

#### 4. Conclusão

O diagnóstico ambiental preliminar realizado permitiu verificar que dois trechos do canal retificado do rio Macaé apresentaram características de degradação e potencial para nova intervenção. A partir dos resultados obtidos confirmou-se a importância de se dar continuidade a pesquisa das SBN, de forma a amortecer as ondas de cheia verificadas na região em estudo. As soluções de bioengenharia associada ao uso das biotécnicas são

recomendadas nos seguintes trechos: 1) início do canal retificado em que apresentou características de erosão nas margens, depósito de sedimentos no curso d'água e avanço da margem do rio sobre a propriedade visitada; 2) região de planície a partir da ponte das Neves no sentido à jusante em que se identificou a existência dos pôlderes/diques junto as margens e a vegetação predominante do tipo gramíneas.

## Referências

ASSUMPÇÃO, A. P.; MARÇAL, M. S. Retificação dos canais fluviais e mudanças geomorfológicas na planície do Rio Macaé (RJ). *Revista de Geografia (UFPE)*, v. 29, n. 3, 2012.

FREITAS, Leonardo E. de; NUNES, Flavio S. B.; CRUZ, João C. H. O.; VILELA, Carolina; MENDES, Stella; SILVA, Ana C. da; BORGES, Giselle. Atlas Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Macaé. Rio de Janeiro: Editora Nova Tríade do Brasil Ltda., 2015. Disponível em: <http://www.macaerj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1460067952.pdf> Acesso em 08 mar. 2019.

CANHOLI, Aluísio Pardo. Drenagem urbana e controle de enchentes. São Paulo: Oficina de Textos, 2ª ed. 2014.

CHOW, Ven te. Open Channel Hydraulics. Tóquio: McGraw-Hill, 1959.

DAIGNEAULT, A.; BROWN, P.; GAWITH, D. Dredging versus hedging: Comparing hard infrastructure to ecosystem-based adaptation to flooding. *Ecological Economics*, n. 122, p. 25 -35, 2016.

DURLO, Miguel A.; SUTILI, Fabrício J. Bioengenharia – Manejo biotécnico de cursos de água. 3. ed. Santa Maria: Edição do Autor, 2014.

FRACASSI, Gerardo. Proteção de rios com soluções Maccaferri. São Paulo: Oficina de textos, 2017.

MARÇAL, Mônica dos Santos. ANÁLISE DAS MUDANÇAS MORFOLÓGICAS EM SEÇÕES TRANSVERSAIS AO RIO MACAÉ/RJ. 2013. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 14, n. 1, p. 59-68, jan/mar. 2013.

MARÇAL, Mônica; BRIERLEY, Gary; LIMA, Raphael. Using geomorphic understanding of catchment-scale process relationships to support the management of river futures: Macaé Basin, Brazil. *Applied Geography* n. 84, p. 23-41, 2017.

MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; SOUSA, M. M. de; REZENDE, O. M. Urban Floods in Lowlands—Levee Systems, Unplanned Urban Growth and River Restoration Alternative: A Case Study in Brazil. *Sustainability*, n. 7, p. 11068-11097, 2015.

MIGUEZ, Marcelo Gomes; VERÓI, Aline Pires; REZENDE, Osvaldo Moura. Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

MIGUEZ, Marcelo Gomes; DI GREGORIO, Leandro Torres; VERÓL, Aline Pires. Gestão de Riscos e Desastres Hidrológicos. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.



MIROSLAW-SWIATEK, Dorota; AMATYA, Devendra M. Effects of cypress knee roughness on flow resistance and discharge estimates of the Turkey Creek watershed. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW*, n. 49, p. 179-199, 2017.

MUHTAR, Bashir; ABAYATI, Manal Abood. Determination Of Chezy's And Mannings Coefficient For Different Aggregate Bed Using Different Notches In Hydraulic Bench. *International Journal of Scientific & Technology Research*, v. 5, n. 3, p. 167–175, 2016.

RAUCH, Hans Peter; SUTILI, Fabricio; HÖRBINGER, Stephan. Installation of a Riparian Forest by Means of Soil BioEngineering Techniques — Monitoring Results from a River Restoration Work in Southern Brazil. *Open Journal of Forestry*, v. 4, n. 2, p. 161–169, 2014.

SEA/INEA. Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras - Relatório de Caracterização socioeconômica da Área de Estudo. 2012. Disponível em: <<http://cbhmacae.eco.br/site/Relatorios/RD-02%20-%20Relat%C3%B3rio%20de%20Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20Socioecon%C3%B4mica%20da%20%C3%81rea%20do%20Estudo.pdf>> Acesso em 16.jul. 2018.

SEA/INEA. Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras - Relatório de Elaboração do Plano de Recursos Hídricos (RPRH). Versão Revisada, fev. 2014. Disponível em: <<http://cbhmacae.eco.br/site/wp-content/uploads/2018/12/EG0143-R-PRH-RPRH-01-02.pdf>> Acesso em 08.mar. 2019.

TAVARES, Luiza Paula da Silva. Estudo de Propostas de Mitigação de Cheias como Subsídio ao Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica VIII. Dissertação (Mestrado Engenharia Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Fluminense, Macaé, 2017.

TAVARES, Luiza Paula da Silva; COSTA, Jorge Barbosa da; KALAS, Francine de Almeida; JUNIOR, Jader Lugon. Modelagem hidrológica da bacia hidrográfica do Rio Macaé utilizando o MOHID Land. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes*, v. 11, n. 1, p. 169-181, jan./jun. 2017. Disponível em: <<http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/boletim/article/view/9916/7596>> Acesso em 16 jul. 2018.