

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS GEOMÉTRICOS EM ÁREAS DE CONFLUÊNCIA DO CANAL MACAÉ – RJ.

Frederico José Basílio do Nascimento¹; Juliana Cabral Sessa¹;
Mônica dos Santos Marçal²

¹ Graduando(a) em Geografia - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil.

² Prof^a Adjunta do Depto de Geografia - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil.

^{1,2}Av. Brigadeiro Trompowski, CMNN, bloco I salas 09/011 (LAGESOLOS), Ilha do Fundão, Rio de Janeiro (RJ), Brasil, 21910-200.

RESUMO

O presente trabalho possui como objetivo avaliar o comportamento do canal Macaé em áreas próximas às confluências com três principais tributários, subsidiar a compreensão dos processos geomorfológicos e hidrossedimentológicos na bacia do rio Macaé. A partir da instalação de seções transversais ao leito do rio, foram obtidas as dimensões de sua geometria, a qual está diretamente associada à dinâmica dos processos compreendidos em seu sistema fluvial. Como resultados, para o ano de 2009 o canal Macaé apresentou maior resistência ao fluxo de água e sedimentos após a contribuição de seus tributários, devido à sua presença de profundidades mais rasas, especificamente nesses pontos. À jusante das confluências as margens são mais largas, representando a erosão atuante pelo escoamento da água presente no canal.

Palavras-chave: *Geometria Hidráulica; Geomorfologia Fluvial; Monitoramento de canais fluviais*

1- Introdução

Os canais fluviais são responsáveis pelo constante retrabalhamento do relevo presente na crosta terrestre, devido aos processos desencadeados como: erosão transporte e sedimentação, ao longo de seu percurso (SUMMERFIELD, 1990). Estudos que envolvam o levantamento de informações e sua análise em gabinete, contribuem para o reconhecimento da dinâmica atuante nos cursos hídricos e ajuda na compreensão da evolução no sistema fluvial.

Diversos autores apontam que as técnicas de monitoramentos, os quais são realizados através dos trabalhos de campo objetivando a mensuração das grandezas dos canais, são considerados como ferramenta básica para o melhor entendimento das respostas referentes ao (auto) ajuste e evolução do sistema fluvial. Considerando que os canais fluviais estão submetidos às oscilações climáticas e interferências atribuídas à sociedade, os mesmos podem apresentar difentes tipos de comportamento frente às intervenções (LEOPOLD & MADDOCK, 1953; CHORLEY *et al*, 1969; DUNNE & LEOPOLD, 1978).

Nesse sentido, o monitoramento das variáveis hidrométricas coletadas em campo como: profundidade média, largura e velocidade do fluxo, são conhecidas como parâmetros geométricos da forma do canal fluvial. De acordo com os autores Leopold & Maddock (1953), as inter-relações estabelecidas entre elas denominam-se como Geometria Hidráulica.

O presente trabalho possui o objetivo de caracterizar aos parâmetros geométricos, como: **largura, profundidade média, velocidade média, área, vazão, perímetro e raio hidráulico**, do canal Macaé, à montante e à jusante dos tributários Sana, D´Antas e São Pedro no ano de 2009. A escolha específica deste ano deve-se ao fato de possuir as medições

completas nos seis pontos analisados ao longo do curso do rio Macaé. Os dados foram obtidos através de monitoramentos realizados a partir de outubro 2007 até 2010 e ocorrem, periodicamente, nos meses de março e outubro.

A metodologia baseou-se no levantamento de dados pertencentes ao Grupo de Geomorfologia Fluvial do LAGESOLOS/UFRJ, referentes às estações localizadas à montante e à jusante da confluência do rio Macaé e seus tributários Sana, D'Antas e São Pedro. Além disso, realizou-se a comparações do comportamento antes e depois da contribuição de cada tributário. As informações obtidas têm o intuito de contribuir ao entendimento da dinâmica dos processos compreendidos no canal Macaé, no médio curso e seu baixo curso.

Entende-se como vazão, ou descarga líquida, a medida da área da seção transversal multiplicada pela velocidade média do fluxo. O raio hidráulico consiste no quociente entre o valor da área da seção transversal e o valor de seu perímetro, portanto, quanto maior for raio hidráulico maior será a profundidade média registrada e menor será a resistência do leito ao escoamento de água e sedimentos. (CHRISTOFOLETTI, 1981)

2 - Caracterização da bacia do rio Macaé

A bacia do rio Macaé está localizada na região Norte Fluminense. O rio principal possui nascentes nas formas de relevo escarpadas da Serra do Mar com desembocadura no oceano Atlântico, próximo à cidade de Macaé. Na segunda metade do século XX, as áreas baixas da bacia sofreram profundas modificações, onde a morfologia dos canais meandantes, em sua forma original, deu lugar a canais retinizados. As obras de retinização foram promovidas pelo Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS) resultando no alargamento das margens do rio Macaé e no aprofundamento de seu nível base. Dessa forma, drenando e secando os antigos pântanos presentes em seu baixo curso. Além disso, estas obras impedem a formação de feições fluviais, especificamente em seu baixo curso, pois seu fluxo não possui impedimentos naturais ou dificuldade para manutenção de seu fluxo contínuo de água e sedimentos. (ASSUMPTÃO, 2009; HINGEL & MARÇAL, 2010)

De acordo com Nascimento *et al* (2010), a distribuição das chuvas na área da bacia do rio Macaé, ocorre espacialmente de maneira heterogênea, sendo mais concentrada em seu alto curso. Possuindo regime sazonal, onde, os maiores índices pluviométricos ocorrem nos meses de predominância da estação verão e os períodos mais secos ocorrem durante o inverno.

3 - Geometria Hidráulica do canal Macaé em seu médio curso e baixo curso.

De acordo com Leopold & Maddock (1953), a largura, profundidade média e velocidade do fluxo, são variáveis dependentes da vazão, ou seja, todo aumento de descarga líquida fluvial poderá acarretar no aprofundamento do talvegue e alargamento das margens, em função da maior velocidade de fluxo e conseqüente aumento do volume de água e sedimentos transportados, provenientes da contribuição de seus tributários.

A Tabela 1 é referente aos valores estabelecidos nos meses de março e outubro de 2009, à montante e à jusante da confluência dos rios Macaé e Sana. Nela observa-se que após a contribuição do rio Sana, tanto em março quanto em outubro de 2009, o canal Macaé apresenta alargamento das margens e aumento no perímetro ocupado pela massa de água. Mesmo após a entrada de água e sedimentos, provenientes do rio Sana, o rio Macaé apresenta profundidade rasa e vazão mais reduzida em relação à montante da confluência dos rios. Nesse sentido, como o canal mantém a profundidade rasa ocorre o maior alargamento das margens, como forma de acomodação da massa de água presente no canal.

O raio hidráulico registrado nos meses de março e outubro de 2009, à jusante da confluência, permanece em valores reduzidos comparativamente à montante. Nesse sentido, o rio Macaé, à jusante, apresenta maior resistência ao fluxo, mesmo apresentando, no mês de março de 2009, velocidade média mais elevada, em relação à montante. Dessa forma, a resistência estabelecida pelo leito fluvial implica em dificultar o desenvolvimento da velocidade média à jusante da confluência dos rios.

Tabela 1 – Mensurações dos parâmetros geométricos à montante e à jusante da confluência dos rios Macaé e Sana (março e outubro/2009).

À MONTANTE DA CONFLUÊNCIA			À JUSANTE DA CONFLUÊNCIA		
2009	MARÇO	OUTUBRO	2009	MARÇO	OUTUBRO
Largura(m)	24.00	24.50	Largura(m)	35.00	38.50
Profundidade Média(m)	2.27	1.97	Profundidade Média(m)	1.04	0.68
Perímetro(m)	28.54	28.44	Perímetro(m)	37.08	39.86
Área Seção(m ²)	54.48	48.27	Área Seção(m ²)	36.40	26.18
Velocidade Média(m ² /s)	0.34	0.49	Velocidade Média(m ² /s)	0.50	0.39
Vazão (m ³ /s)	18.52	23.65	Vazão (m ³ /s)	18.20	10.21
Raio Hidráulico (A/P)	1.91	1.70	Raio Hidráulico (A/P)	0.98	0.66

Fonte: ACERVO LAGESOLOS

A Tabela2 estabelece a comparação entre os dados obtidos em março e outubro de 2009, à montante e à jusante da confluência dos rios Macaé e D'Antas. Nela é possível constatar que, à jusante da confluência dos rios, o canal Macaé demonstra intensificação dos processos erosivos. Comparando as velocidades médias registradas à montante e à jusante, em março, percebe-se que após a confluência dos rios a velocidade média estabelecida é mais elevada em relação à montante das confluências. Dessa forma, nota-se que ocorre intensificação dos processos erosivos em função do alargamento das margens, aumento do perímetro provocando o aumento da área ocupada pela massa d'água presente no canal Macaé, tanto em março, quanto em outubro de 2009.

O extravasamento do canal Macaé em direção às margens, ocorrido à jusante em ambos os meses analisados, permite maior aporte de água e sedimentos em seu curso. Em contrapartida, o canal não possui escoamento de fluxo mais eficaz, em relação à montante, em ambos os meses analisados. Uma vez que, mesmo após a captação de água e sedimentos de seu tributário, o canal Macaé possui profundidade média mais rasa em relação á montante. Nesse sentido, os valores do raio hidráulico são mais reduzidos à jusante demonstrando maior resistência ao fluxo de água e sedimentos, tanto em março, quanto em outubro de 2009.

Tabela 2 – Mensurações dos parâmetros geométricos à montante e à jusante da confluência dos rios Macaé e D'Antas (março e outubro/2009).

À MONTANTE DA CONFLUÊNCIA			À JUSANTE DA CONFLUÊNCIA		
2009	MARÇO	OUTUBRO	2009	MARÇO	OUTUBRO
Largura(m)	22.50	28.00	Largura(m)	34.50	38.50
Profundidade Média(m)	2.00	0.91	Profundidade Média(m)	1.42	0.56
Perímetro(m)	26.50	29.82	Perímetro(m)	37.34	36.62
Área Seção(m ²)	45.00	25.48	Área Seção(m ²)	48.99	21.56
Velocidade Média(m ² /s)	1.00	0.73	Velocidade Média(m ² /s)	1.11	0.58
Vazão (m ³ /s)	45.00	18.60	Vazão (m ³ /s)	54.38	12.50

Raio Hidráulico (A/P)	1.70	0.85	Raio Hidráulico (A/P)	1.31	0.59
-----------------------	------	------	-----------------------	------	------

Fonte: ACERVO LAGESOLOS

A Tabela 3 é composta por valores obtidos através de mensurações realizadas no rio Macaé à montante e à jusante de sua confluência com o rio São Pedro. Nela pode-se concluir que a vazão registrada em março de 2009, à jusante, foi responsável pela erosão das margens gerando o alargamento do leito, aumento da velocidade média, em função da entrada de maior volume d'água, proveniente do tributário São Pedro. Além de proporcionar o aumento do perímetro que o volume de água do leito fluvial ocupa, em relação à montante da confluência.

Destaca-se, ainda, que em outubro de 2009, mesmo com a entrada de maior volume de água, através da confluência de seu tributário, o canal Macaé apresenta profundidade média mais rasa em comparação à mesma variável registrada à montante.

Tabela 3 – Mensurações dos parâmetros geométricos à montante e à jusante da confluência dos rios Macaé e São Pedro (março e outubro/2009).

À MONTANTE DA CONFLUÊNCIA			À JUSANTE DA CONFLUÊNCIA		
2009	MARÇO	OUTUBRO	2009	MARÇO	OUTUBRO
Largura(m)	30.50	27.50	Largura(m)	48.00	35.00
Profundidade Média(m)	1.76	0.82	Profundidade Média(m)	1.61	0.57
Perímetro(m)	34.02	29.14	Perímetro(m)	51.22	36.14
Área Seção(m ²)	53.68	22.55	Área Seção(m ²)	77.28	19.95
Velocidade Média(m ² /s)	0.65	0.79	Velocidade Média(m ² /s)	0.85	0.55
Vazão (m ³ /s)	34.89	17.81	Vazão (m ³ /s)	65.69	10.97
Raio Hidráulico (A/P)	1.58	0.77	Raio Hidráulico (A/P)	1.51	0.55

Fonte: ACERVO LAGESOLOS

Avaliando conjuntamente os dados obtidos para o ano de 2009, conclui-se que o rio Macaé apresentou certa similaridade de comportamento em localidades próximas a desembocadura de seus tributários. O entalhamento do leito é mais eficaz antes das confluências, uma vez que as seções mais profundas coincidem nas áreas localizadas antes das desembocaduras de seus tributários. Já nas áreas após às confluências há maior incidência de alargamento das margens e as profundidades mais rasas. Ou seja, o canal Macaé, após as confluências com seus tributários, apresentou maior sedimentação no fundo do leito e erosão das margens. Tal processo promoveu a desaceleração de seu fluxo, pois quanto maior a sedimentação do fundo do canal, maior será a resistência ao escoamento da descarga líquida, reduzindo seu raio hidráulico. Entretanto, devido ao alargamento das margens à jusante das confluências dos rios D'Antas e São Pedro, as vazões registradas em março, apresentam-se mais elevadas, em comparação à montante. O mesmo não ocorre à jusante do rio Sana devido às configurações do leito que demonstram maior inclinação em relação aos demais pontos analisados.

Destaca-se que o rio Macaé apresentou, no mês de março, aumento das velocidades médias, do médio para o baixo curso. Entretanto, após a desembocadura do rio D'Antas constata-se a maior velocidade média registrada em seu curso, especificamente para este mês.

As medições da geometria hidráulica contribuem para melhor acompanhamento da dinâmica fluvial. Para a área de estudo pode ser utilizada como ferramenta de gestão dos recursos hídricos, visto que ocorreram diversas modificações da morfologia do canal, em

associação ao aumento pela demanda de água pela população residente na área da bacia do rio Macaé.

4 – Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de financiamento de pesquisas referentes à bacia do rio Macaé

5 - Referências Bibliográficas

- ASSUMPCÃO, A.P. (2009)** - Retificação de Canais Fluviais no Baixo Curso da Bacia do Rio Macaé (RJ) – Uma Abordagem Geomorfológica. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRJ, 110p.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1981)** - Geomorfologia Fluvial. Edgard Blucher Ltda.: São Paulo, 313p.
- DUNNE, T.; LEOPOLD, L.B. (1978)** – Water in Environmental Planning. W. F. Freeman & Co. San Francisco, 818p.
- HINGEL, R. L.; MARÇAL, M. S. (2010)** - Estudo da Dinâmica Geomorfológica em Áreas de Confluência no canal do rio Macaé-RJ. In: ANAIS VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, Recife – PE.
- LEOPOLD, L. B.; MADDOCK, T. J. (1953)** The Hydraulic Geometry of Stream Channels and Some Physiographic Implications, U.S. Geological Survey Professional Paper 252, 56p.
- LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G.; MILLER, J. P. (1964)** - Fluvial Processes in Geomorphology. W. F. Freeman & Co. San Francisco, 552p.
- NASCIMENTO, F. J. B.; HINGEL, R. L.; SOUZA, P. A.; MARÇAL, M. S. (2010)** - Caracterização Espaço-Temporal das Chuvas em Associação às Vazões na Bacia do Rio Macaé RJ. In: ANAIS IX Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica - SBCG, Fortaleza – CE.
- SUMMERFIELD, M.A. (1991)** - Global Geomorphology: An introduction to the study of landforms. New York, Longman Scientific & Technical, 537p.