



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS SEDIMENTOS FLUVIAIS DO RIO MACAÉ (RJ): CONTRIBUIÇÃO PARA ANÁLISE DA DINÂMICA FLUVIAL

Pilar Amadeu de Souza

Graduanda em Geografia – UFRJ – amadeupilar@gmail.com

Mônica dos Santos Marçal²

Professora Adjunta do Departamento de Geografia – UFRJ – monicamarcal@ufrj.br

RESUMO

A pesquisa foi desenvolvida na bacia do rio Macaé, localizada no Norte Fluminense e apresenta a caracterização física dos sedimentos fluviais no canal do rio Macaé, nas áreas de confluências com os três maiores afluentes do canal. O estudo dos sedimentos fluviais pode ajudar na identificação dos principais processos que compõe a dinâmica do sistema fluvial.

A análise granulométrica e grau de arredondamento foram realizados nos sedimentos em suspensão e de fundo, coletados em seções transversais ao canal Macaé, antes e depois da confluência, em período de alta e baixa pluviosidade.

Nos períodos de alta e baixa pluviosidade, há o predomínio de areia grossa, sendo que a areia média e a areia muito grossa variam de acordo com a seção. As demais granulometria aparecem em menor proporção, indicando maior capacidade de transporte de sedimentos. Ressalta-se que no sistema fluvial, a conectividade dos sedimentos pode variar conforme a origem dos sedimentos e capacidade do fluxo de transportar diferentes granulometria. Isso pode influenciar diversas metodologias voltadas ao planejamento ambiental, com o intuito de diagnosticar e prognosticar possíveis (des) equilíbrios ambientais na região da bacia de drenagem e auxiliar na análise integrada da dinâmica fluvial da bacia.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia do rio Macaé; Análise Sedimentológica; Dinâmica Fluvial

ABSTRACT

The research was conducted at the Macaé River basin, located in the North Fluminense and presents the physical characterization of sediments in the river channel Macaé, in the areas of confluence with



the three major tributaries the channel. The study of river sediments can help in identifying key processes that make up the dynamics of the river system. The analysis of size particles and the roundness were held in suspended sediments and bottom, collected in the channel cross sections Macaé, before and after confluence, in periods of high and low rainfall. In periods of high and low rainfall, there is a predominance of coarse sand, and the medium sand and very coarse sand vary by section. The other particle sizes appear to a lesser extent, indicating a greater capacity to transport sediment. It is noteworthy that the river system, the connectivity of the sediments may vary depending on the origin of the sediment flow and ability to carry different size. This may influence a variety of methodologies aimed at environmental planning, in order to diagnose and predict possible (lack of) environmental balance in the region of the watershed and assist in the integrated analysis of the dynamics of river basin.

KEY WORDS: Basin of the river Macaé; Sedimentológica analysis; Fluvial dynamics

1. INTRODUÇÃO:

Nas duas últimas décadas, o desenvolvimento de estudos em bacias hidrográficas vem ganhando crescente atenção, pois estas enquanto unidades hidrogeomorfológicas, correspondem a um sistema aberto, na qual a interação entre os diversos parâmetros físico-sociais interagem e repercutem, no âmbito da área drenada. Isso ocorre, na medida em que recebe fluxo de energia através das forças climáticas atuantes sobre sua área e das forças tectônicas subjacentes e, perde energia por meio da água, dos sedimentos e dos solúveis exportados pela bacia no seu ponto de saída. A sua organização interna, isto é, os elementos com forma e processos influenciam nas relações de entrada e saída do sistema (Gregory e Walling (1973), (Summerfield, M.A., 1991).

Assim, os processos de ocupação e as atividades econômicas desenvolvidas, no âmbito da bacia, refletem em mudanças na configuração dos seus recursos hídricos. Logo, para melhor compreensão da dinâmica hidrossedimentológica de um sistema fluvial é fundamental a identificação dos impactos atuante, a caracterização e o comportamento dos sedimentos fluviais da bacia, dentre outros parâmetros geomorfológicos.

A identificação do comportamento hidrossedimentológico, as possíveis interações com os demais parâmetros existentes e os ajustes no sistema hidrológico, diversas metodologias voltadas ao



planejamento e gestão ambiental são elaboradas, com o intuito de diagnosticar e prognosticar possíveis (des) equilíbrios ambientais na região da bacia de drenagem.

Neste sentido, visando contribuir para a compreensão da dinâmica de evolução do sistema de drenagem da bacia do rio Macaé e com sua dinâmica hidrossedimentológica, o trabalho tem como objetivo apresentar a caracterização física dos sedimentos fluviais do canal Macaé, com base na determinação dos seus parâmetros granulométricos e morfométricos. As análises correspondem às áreas de confluências do canal Macaé com os três maiores afluentes pela margem esquerda (rio Sana, rio Dantas e rio São Pedro).

A bacia do rio Macaé está localizada no litoral norte do estado do Rio de Janeiro, possui cerca de 1.765 km² e abrange grande parte do Município de Macaé, sendo a nascente do rio Macaé localizada no município de Nova Friburgo (**Figura 1**).

Embora muitos sejam os problemas ambientais observados e identificados na bacia, estes se devem, em grande parte, ao longo processo de ocupação na área sem a devida infra-estrutura, que ocorre desde o período colonial, com um gradual desenvolvimento econômico de diversas atividades. O histórico de ocupação tem levado, de forma direta e indireta, ao aumento da produção de sedimentos no sistema da rede fluvial, degradação nos ecossistemas das regiões abrangentes e intensificação do processo de expansão urbana acelerada com inadequado uso e ocupação da terra.

Desde o final do século XIX, a área do alto curso, apresenta grande parte da vegetação de Mata Atlântica desmatada muito em função da plantação de café na região e atualmente com o desenvolvimento do turismo, com construção de casas de veraneios e campings vem intensificando a especulação imobiliária e com isso o desmatamento. Já na área do médio curso, vem predominando a atividade de pecuária extensiva que teve significativa importância com o desmatamento das encostas e o aumento da erosão dos solos, desde a década de 20. No baixo curso, observa-se o desenvolvimento de produtos primários, como o cultivo da cana de açúcar e o de café, em extensas planícies do rio.

Na década de 40, do século XX, foram feitas inúmeras retificações do baixo Macaé, juntamente com o principal afluente do rio Macaé, o rio São Pedro, pelo DNOS (Departamento Nacional de Obras e Saneamento), hoje, extinto, em conjunto com a SERLA (Superintendência de estudos de rios e lagoas) a fim de ampliar as áreas de plantio e de pasto (Costa, 1999; Marçal e Luz, 2003).



Em 1978, a extração de petróleo e gás na Bacia de campos levou a Petrobrás a estabelecer na cidade de Macaé como uma central administrativa, contribuindo também para o crescimento desordenado da região, o que tem proporcionado, atualmente, um crescimento acelerado e desordenado na área urbana e por conseqüência, acentuado sobremaneira os problemas ambientais na região.

As informações relacionadas à geologia da região Norte Fluminense, mostram que a Bacia do Rio Macaé está localizada na Faixa Costeira Leste, e há o predomínio de grandes lineamentos e fraturamentos do Estado do Rio de Janeiro, segundo a orientação E-NE. Encontra-se também a ocorrência de rochas do Pré-Cambriano com topografias arrasadas, destacando-se as unidades de variados gnaisses (facoidais e bandados) e migmatitos.

A geomorfologia da bacia é bastante heterogênea caracterizada no alto curso da bacia por topografia mais elevada com escarpas serranas e vales encaixados, passando para no médio curso com colinas e extensas planícies aluviais em vales bem abertos mais a jusante do rio Macaé.

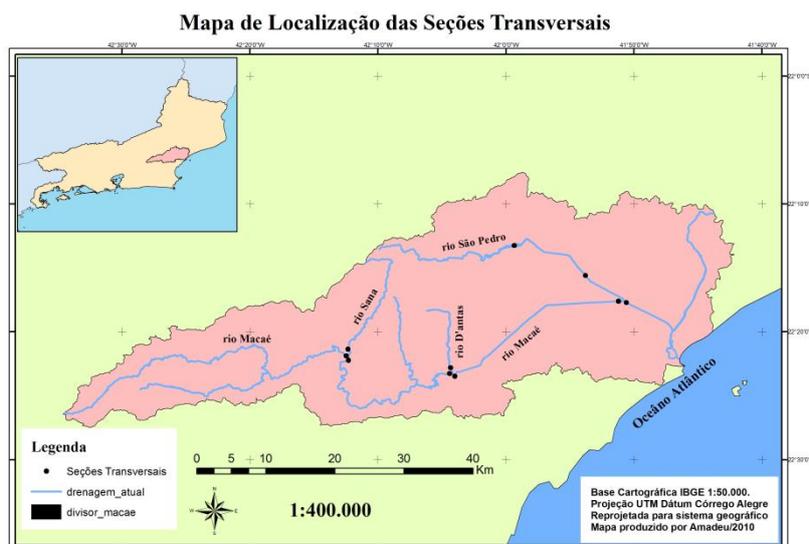


Figura 1: Localização da Bacia do Rio Macaé e dos pontos de coleta de sedimentos fluviais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS:



A caracterização dos sedimentos fluviais no canal do rio Macaé foi baseada em análises de sedimentos do fundo do canal e em sedimentos em suspensão, realizadas no Laboratório de Geografia Física da UFRJ do Departamento de Geografia. A coleta das amostras foi realizada durante o monitoramento de seções transversais ao Canal, pelo grupo de pesquisa do LAGESOLOS/UFRJ. O monitoramento vem sendo realizado desde Outubro de 2007, em períodos intercalados com muita pluviosidade (Março/Abril) e pouca pluviosidade (Outubro/Novembro), sendo a última realizada em Março de 2010.

Destaca-se que o monitoramento mencionado soma-se a outras atividades, no âmbito da Bacia do Rio Macaé visando à compreensão do comportamento dos processos geomorfológicos e hidrossedimentológicos predominantes. A Metodologia baseou-se em três etapas:

1ª Etapa: Relacionada ao levantamento bibliográfico em acervo da Biblioteca de Pós-Graduação (PGG/UFRJ) sobre a análise de bacias hidrográficas, dinâmica fluvial e prioritariamente sobre técnicas e análises de sedimentos fluviais.

2ª Etapa: Relacionada às atividades de trabalhos de campo, nas quais foi realizada durante o monitoramento das seções transversais ao canal Macaé em um período de outubro de 2007 a março de 2010. As seções de coleta são referentes aos pontos, antes e depois, da desembocadura dos principais tributários do rio Macaé, rio Sana, a montante a montante do canal Macaé, rio Dantas, no médio curso do rio Macaé e rio São Pedro, no baixo curso do rio Macaé. Ressalta-se, no entanto, que não ocorre uniformidade nas coletas ao longo do canal, devido às dificuldades em campo, limitação instrumental, dentro outros fatores.

3ª Etapa: As análises granulométricas foram classificadas segundo a escala de Wentworth (1922) (**Tabela 1**). Já a análise morfométrica, o grau de arredondamento seguiu o procedimento similar ao de granulometria, mudando somente o modo de análise, já que é realizado com uma lupa simples e a classificação é feita, geralmente, por comparação visual de figuras, sendo assim uma adaptação da metodologia de Power (1973). O autor classifica os sedimentos por seis classes: Muito Angular, Angular, Sub-angular, Sub-arredondado, Arredondado e Bem arredondado. Ressalta-se que a classificação utilizada foi baseada em somente três (3) classes de arredondamento: Angular (englobando o Muito Angular e o Sub-angular); Arredondado (englobando o Sub-arredondado) e o Bem arredondado. Já para a quantificação dos sedimentos em suspensão, foi realizado o procedimento de Filtração.



Tabela 1: percentual retido em cada peneira correspondendo a um tamanho de partícula (varia da mais grosseira, seixo até a mais fina, silte e argila).

PENEIRAS	MALHA (USBS)	DIÂMETRO (mm)	DIÂMETRO (phi)	GRANULOMETRIA
1ª	5	4,00	-2,00	Seixo
2ª	10	2,00	-1,00	Grânulo
3ª	18	1,00	0,00	Areia muito grossa
4ª	35	0,50	1,00	Areia grossa
5ª	60	0,25	2,00	Areia média
6ª	120	0,125	3,00	Areia fina
FUNDO	--	--	--	Silte e Argila

Fonte: Lagesolos (UFRJ)

3. RESULTADOS E DISCURSÕES:

As coletas de sedimentos fluviais foram realizadas nas confluências dos maiores tributários ao canal Macaé para se analisar a forma e distribuição do comportamento dos sedimentos fluviais oriundos dessas sub-bacias contribuintes, e com isso, poder observar de que forma os sedimentos são carregados ao canal principal.

- Confluência do rio Macaé com o afluente rio Sana:



As análises mostraram que os sedimentos fluviais de fundo do canal, antes da sua confluência com o rio Sana, possuem granulometria do tipo areia (muito grossa a fina), além de grande expressividade de arredondamento (classes arredondadas e bem arredondadas). Porém, os sedimentos fluviais referentes à margem esquerda (**Figura 2 [a e b]**) possuem maior expressividade da classe seixo, se comparados aos da margem direita do canal do rio Macaé (**Figura 3 [a e b]**).

Já após a desembocadura do rio Sana, as análises mostraram que o rio Macaé apresenta maior destaque para a granulometria do tipo grosseira e aumento acentuado da classe anguloso, principalmente na margem esquerda (**Figura 4 [a e b]** e **Figura 5 [a e b]**). Essa forte expressividade de seixo pode ser explicada pelas questões físicas do canal do rio Macaé, pois se tem muitos tributários de 1ª ordem nas proximidades, está localização no alto curso e ainda, pela contribuição de partículas mais grosseiras trazida, possivelmente, por parte do rio Sana.

E os sedimentos em suspensão apontam que está ocorrendo um crescimento quantitativo (**Figura 6**).

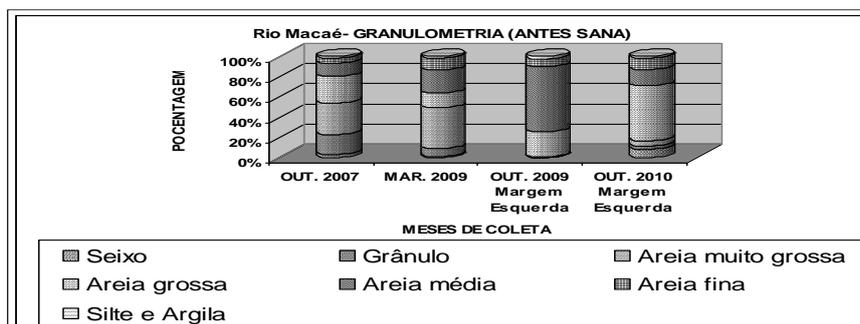


Figura 2a: Percentagens de sedimentos fluviais de fundo referente à margem esquerda do canal Macaé.

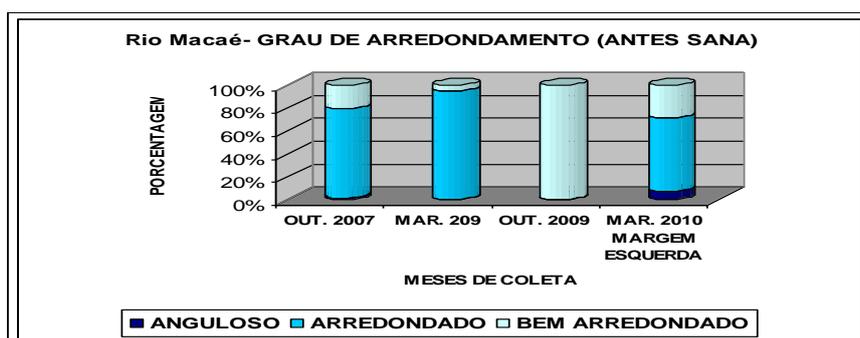




Figura 2b: Percentagens de sedimentos fluviais de fundo referente à margem esquerda do canal Macaé.

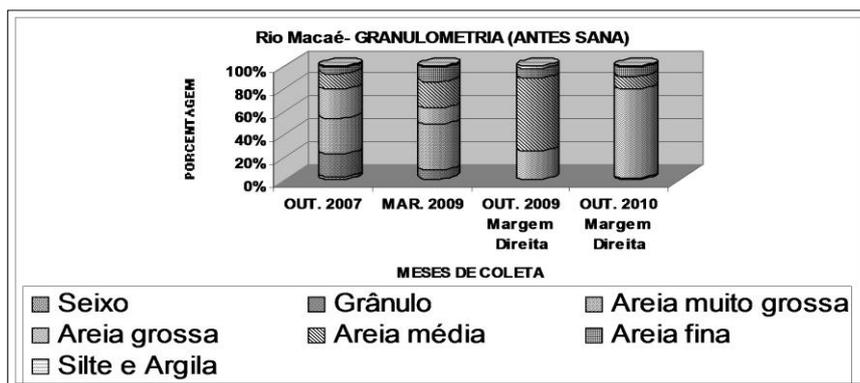


Figura 3a: Percentagens de sedimentos fluviais de fundo referente à margem direita do canal Macaé.

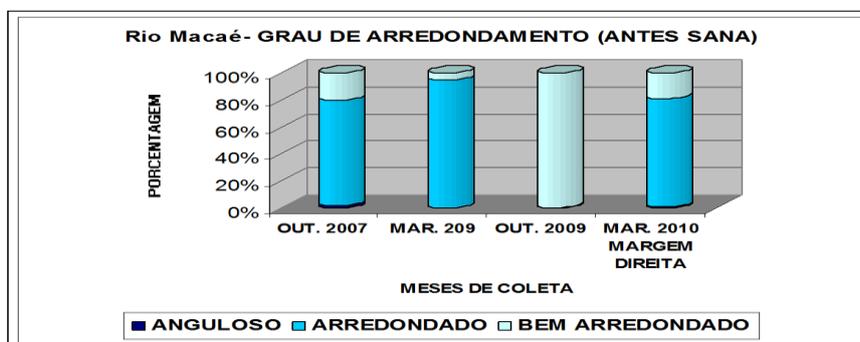




Figura 3b: Percentagens de sedimentos fluviais de fundo referente à margem direita do canal Macaé.

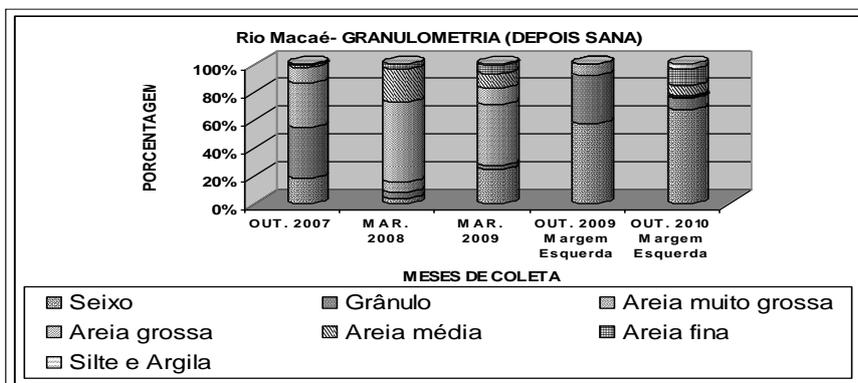


Figura 4a: Percentagens de sedimentos fluviais de fundo referente à margem esquerda do canal Macaé.

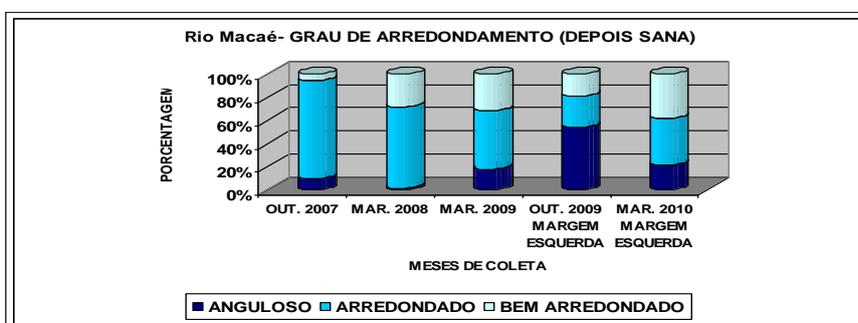


Figura 4b: Percentagens de sedimentos fluviais de fundo referente à margem esquerda do canal Macaé.

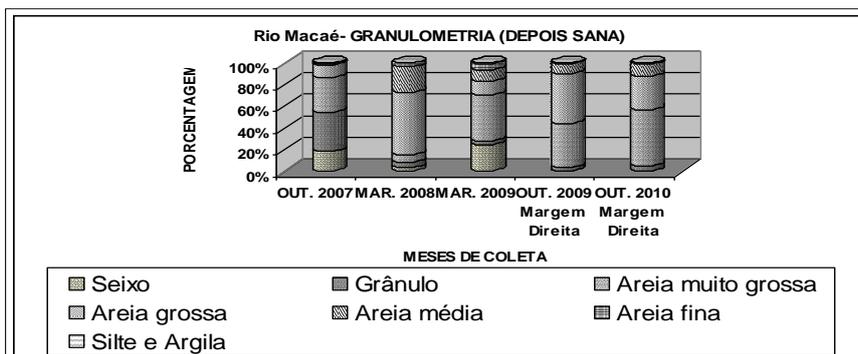




Figura 5a: Percentagens de sedimentos fluviais de fundo referente à margem direita do canal Macaé.

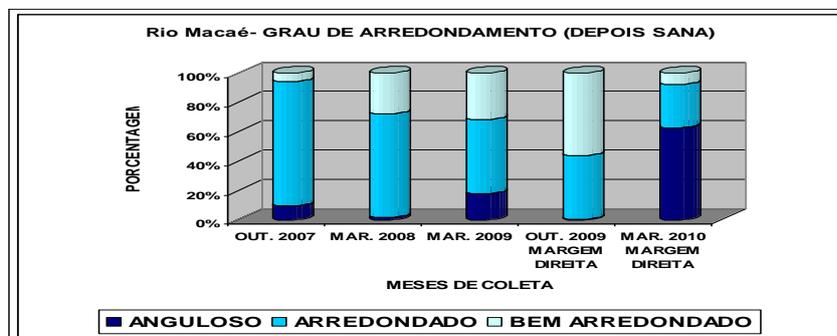


Figura 5b: Percentagens de sedimentos fluviais de fundo referente à margem direita do canal Macaé.

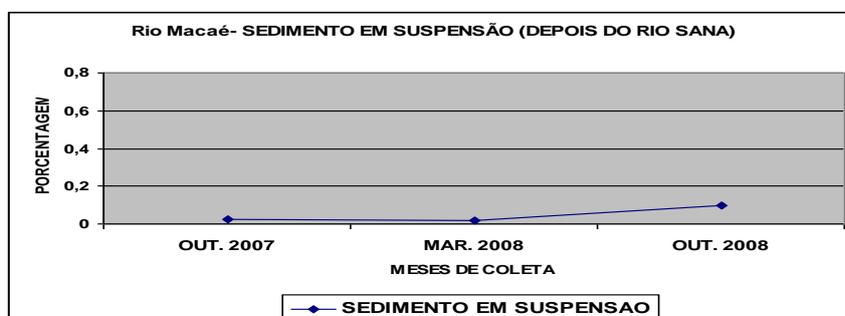




Figura 6: Percentagens de sedimentos fluviais em suspensão do canal do rio Macaé.

- Confluência do rio Macaé com o afluente rio Dantas:

Os sedimentos fluviais de fundo coletados antes da confluência com o rio Dantas possuem predominância da granulometria do tipo areia (muito grossa, grossa, média, fina) e grande expressividade no grau de arredondamento (classe bem arredondado) (**Figura 7 [a e b]**). Já os sedimentos em suspensão apontam que está ocorrendo um aumento progressivo de ocorrência de sedimento em suspensão ao rio Macaé (**Figura 8**).

Para após a confluência com o do rio Dantas, não foi observada diferença na composição granulométrica, mudando somente a percentagem do tipo areia média e fina. Já o grau anguloso aumenta consideravelmente, principalmente nas últimas coletas (Outubro de 2009 e Março de 2010). Porém os sedimentos fluviais coletados na margem direita do canal do rio Macaé, têm maior predominância de partículas mais grosseiras do tipo seixo e grânulo (**Figura 9 [a e b]**) se comparado aos sedimentos da margem esquerda do canal Macaé (**Figura 10 [a e b]**). E nos sedimentos em suspensão, ao contrário do que se observou nos sedimentos em suspensão, antes do rio Dantas, apresentam um decréscimo elevado nos três meses de coleta (**Figura 11**).

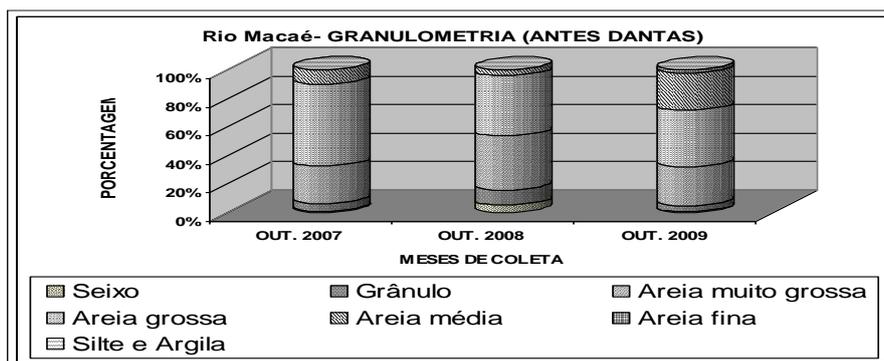


Figura 7a: Percentagem de sedimentos fluviais de fundo do canal Macaé.

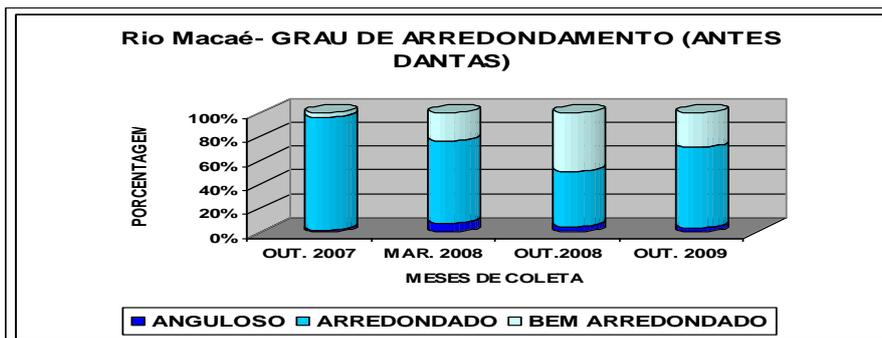


Figura 7b: Percentagem de sedimentos fluviais de fundo do canal Macaé.

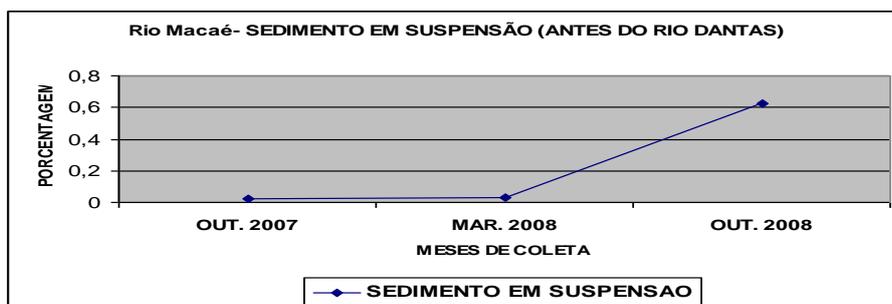


Figura 8: Percentagens de sedimentos fluviais em suspensão do canal do rio Macaé.

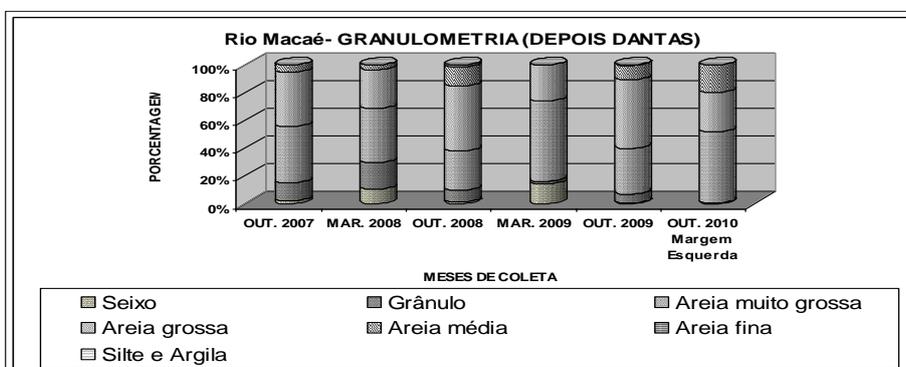




Figura 9a: Percentagem de sedimentos fluviais de fundo do canal Macaé.

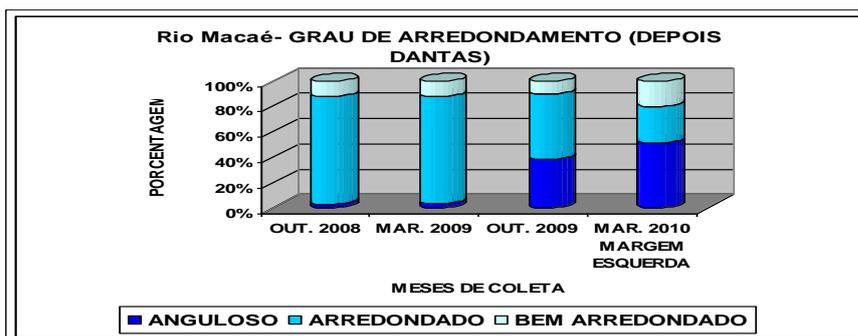


Figura 9b: Percentagem de sedimentos fluviais de fundo, referente à margem esquerda do canal Macaé.

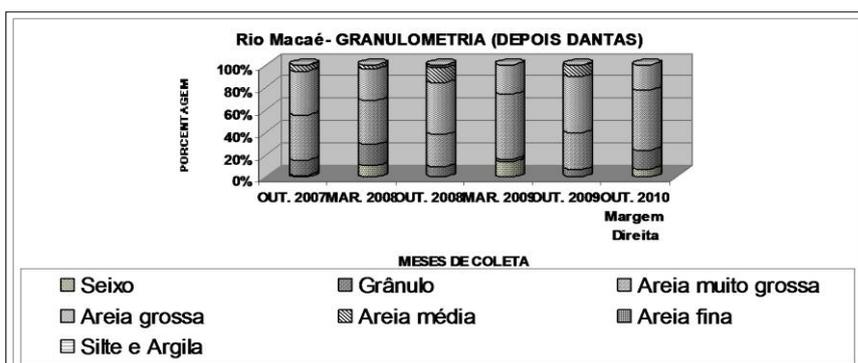


Figura 10a: Percentagem de sedimentos fluviais de fundo, referente à margem direita do canal Macaé

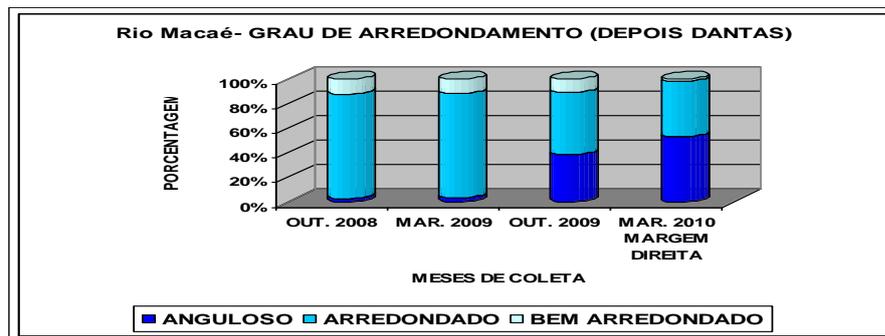


Figura10b: Percentagem de sedimentos fluviais de fundo, referente à margem direita do canal Macaé.

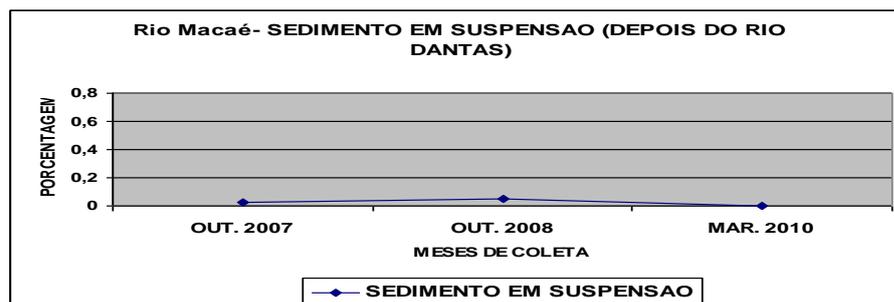


Figura 11: Percentagens de sedimentos fluviais em suspensão do canal do rio Macaé.

- Confluência do rio Macaé com o afluente rio São Pedro:



Já a análise referente ao último tributário, observa-se que antes do rio São Pedro há predominância de sedimentos da classe mais fina do tipo areia (média a fina) com maior expressividade de sedimentos do tipo arredondados e bem arredondados (**Figura 12 [a e b]**). E os sedimentos em suspensão possuem uma variação uniforme, se mantendo constante, durante os três meses de coleta (**Figura 13**).

No entanto, depois do encontro do rio São Pedro, observa-se um aumento da granulometria do tipo silte e argila e de partículas mais grosseiras, com maior uniformidade de arredondados e bem arredondadas (**Figura 14[a e b]**). Esse aumento de partículas mais grosseiras do tipo seixo, grânulo e areia muito grossa no baixo curso podem estar relacionados ao processo de retificação realizado na década de 60 no baixo curso do rio Macaé e rio São Pedro, propiciando o aumento da velocidade do fluxo e paralelamente a sua capacidade de carregar partículas mais grossas (Assunção, 2009).

Os sedimentos em suspensão também mantêm certo padrão de quantificação durante todos os períodos de coleta (**Figura 15**).

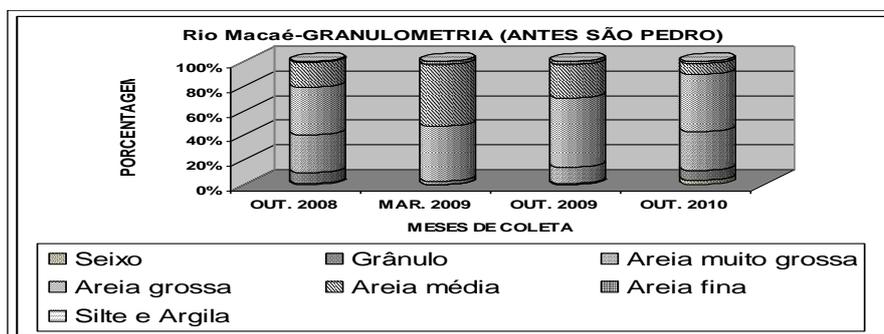


Figura 12a: Percentagem de sedimentos fluviais de fundo do canal Macaé.

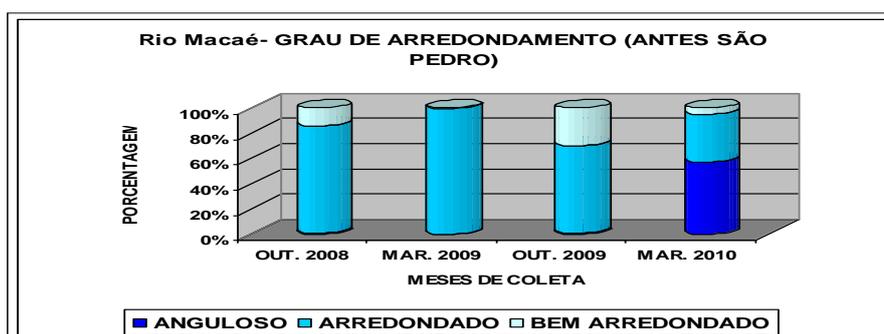




Figura 12b: Percentagem de sedimentos fluviais de fundo do canal Macaé.



Figura 13: Percentagens de sedimentos fluviais em suspensão do canal do rio Macaé.

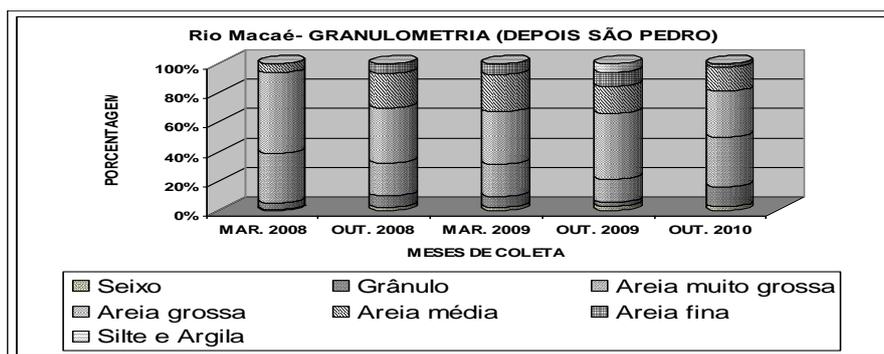


Figura 14a: Percentagem de sedimentos fluviais de fundo do canal Macaé.

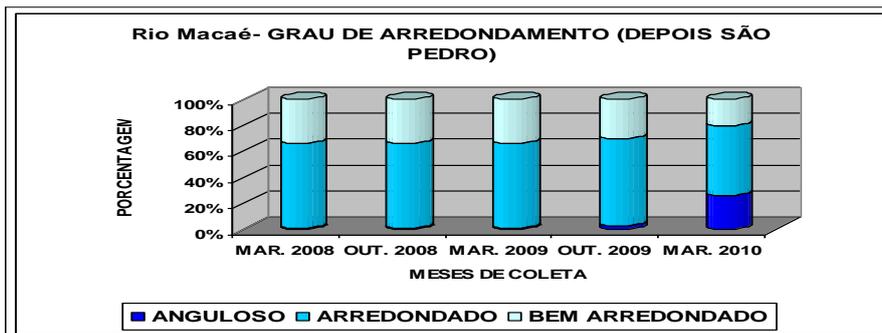


Figura 14b: Percentagem de sedimentos fluviais de fundo do canal Macaé.

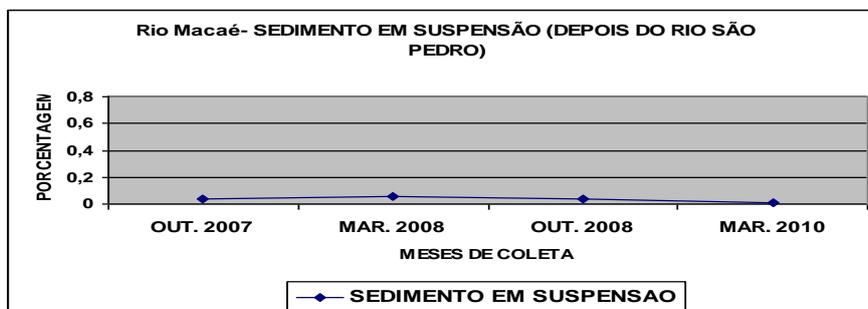


Figura 15: Percentagens de sedimentos fluviais em suspensão do canal do rio Macaé.

4. CONCLUSÃO:

Os dados apresentados nesta pesquisa mostram que o comportamento dos sedimentos fluviais, oriundos das sub-bacias coletoras (rio Sana, rio Dantas e rio São Pedro) possui variabilidade de comportamento granulométrico que devem refletir as características intrínsecas dessas áreas.



Com isso, destaca-se a importância de estudos mais detalhados nessas áreas sobre a forma de contribuição e distribuição ao canal Macaé.

Certamente, as sub-bacias coletoras possuem importante papel frente aos ajustes contínuo que o canal Macaé está sendo submetido, sendo necessários estudos mais detalhados acerca das sub-bacias com base nas suas características físicas, além de estudos voltados à sua dinâmica hidrossedimentológica. Ou seja, a compreensão evolutiva da dinâmica hidrossedimentológica do canal principal da bacia do Macaé, depende de estudos integrados em nível de bacia e de canal, para poder se discutir metodologias de manejos sustentáveis e/ou duradouras ao sistema fluvial e disponibilidade de recursos hídricos.

5- 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.



6- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Assunção, A.P. 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. 2009

Brierley, G.J., Fryirs, K. (2005). *Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework*. Blackwell Publishing, Oxford, UK. 398 pp.

Carvalho, Newton de Oliveira. *Hidrossedimentologia Prática*. Rio de Janeiro: CPRM, 1954. 372p.

Christofolletti, A. (1981). *Geomorfologia fluvial*. São Paulo, Editora 313 p.

Leeder, M.R. (Mike R.) – *Sedimentology: process and Product*, 1982

Lindholm, Roy C., 1937- *A Pratical Approach to Sedimentology*

Gregory, K.J.; Walling, D.E. *Drainage basin: form and process. A geomorphological approach* -London, Edward Arnold, 1973

Marçal, M.S. & Luz, L.M. (2003). *Planejamento e Gestão da Bacia do Rio Macaé_ Litoral Norte Fluminense, com bases em Estudos Integrados de Geomorfologia e Uso do Solo*. In: IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA) Recife. CD-ROM

Summerfield, Michael A. *Global Geomorphology: an introduction to the study of landforms*, 1991.