



## TRANSFORMAÇÕES NO USO E COBERTURA DA TERRA ENTRE OS ANOS 2000 E 2005 NA BACIA DO RIO MACAÉ (RJ): SUBSÍDIO AOS ESTUDOS DA DINÂMICA FLUVIAL

Guilherme Hissa Villas Boas - Mestrando PPGG/ UFRJ – Bolsista CNPq.

[guilhermegeografia@hotmail.com](mailto:guilhermegeografia@hotmail.com);

Mônica dos Santos Marçal - Depto de Geografia/ IGEO/ UFRJ. [monicamarcal@ufrj.br](mailto:monicamarcal@ufrj.br);

Lucas dos Santos Leal Costa - Graduando em Geografia/ UFRJ.

Daniel Otranto de Souza e Mello - Graduando em Geografia/ UFRJ.

**RESUMO:** O trabalho apresenta o mapeamento do uso e cobertura da terra na bacia do rio Macaé, localizada na região norte do Estado do Rio de Janeiro. O mapeamento foi realizado para os anos de 2000 e 2005, apontando principais transformações ocorridas no período analisado. Os dados foram obtidos através de imagens LANDSAT 5, utilizando o software SPRING 5.1.5. A seleção das classes foi adaptada do Manual de Uso da Terra do IBGE (2006) levando-se em consideração o interesse desta pesquisa. As classes são: Afloramento Rochoso, Agropecuária, Corpos D'Água, Cordões Arenosos, Cobertura Florestal, Mangue, Solo Exposto e Áreas Urbanizadas. Os resultados apontam que a classe Floresta se retrai quase 10%, no período de cinco anos, enquanto que a classe Agropecuária se expande pouco mais de 7%, o que chama a atenção ao desmatamento na região de forma acentuada, não sendo de responsabilidade apenas a atividade agropastoril na região. Vários outros fatores podem estar relacionados a essa inversão. O mapeamento da transformação de uso e cobertura da terra realizado para a bacia do rio Macaé contribui para estudos relacionados à dinâmica dos processos fluviais, apontando áreas suscetíveis à erosão e produção de sedimentos e ajuda a relacioná-las às atividades das classes mapeadas.

**PALAVRA-CHAVE:** Mapa de Uso e Cobertura da Terra; Bacia do rio Macaé; Transformações ambientais.

**ABSTRACT:** The work shows the Macaé watershed land use and cover map, located on the North region of the Rio de Janeiro state. The map was made for the years 2000 and 2005, pointing the main transformations for this period. The data were obtained from LANDSAT 5 images, using the software SPRING 5.1.5. The selection of classes was adapted from the



Manual de Uso da Terra from the IBGE (2006) taking into consideration the interest of this research. The classes are: Rocky Outcrop, Agriculture, Water Bodies, Beach Ridges, Forest Cover, Mangue, Bare Soil and Urbanized Areas. The results show that the class Forest retracts almost 10% in five years, while the Agricultural class expands slightly more than 7%, which draws attention to deforestation in the region dramatically, not only is the responsibility will agropastoral activity in the region. Several other factors may be related to this inversion. Mapping the conversion of land use and cover done for the Macaé watershed contributes to studies related to the dynamics of fluvial processes, targeted areas susceptible to erosion and sediment production and helps relate them to the activities of the mapped classes.

**KEY-WORDS:** Map Use and Land Cover; Macaé Watershed, Environmental transformations.

## 1 INTRODUÇÃO

A partir da segunda metade do século XX o Brasil, assim como o mundo, viveu uma profunda fase de urbanização. Isto significa novas formas de produção e uma apropriação dos recursos naturais mais intensa, seja para abastecimento ou até mesmo para alocação desta população e das indústrias em geral. A agricultura que era de subsistência, praticada em pequenas propriedades com rotação de culturas e uma produção variada, passou para monocultura praticada em grandes áreas. Em paralelo, as cidades cresceram demandando, por um lado maior produtividade do campo, e por outro uma maior concentração de recursos como água e energia.

Com isto inúmeros problemas de cunho ambiental surgiram, tais como desgaste da produtividade dos solos, enchentes em áreas próximas aos rios, erosão litorânea, entre outros. Ao mesmo tempo a ciência procura avançar em busca de soluções ou até mesmo redução dos impactos causados pela interferência antrópica no “funcionamento” dos sistemas ambientais.

Neste sentido, diversas pesquisas tentam entender como os sistemas ambientais se comportam e quais as repostas frente às alterações em seus componentes. Diversos trabalhos apontam a rede de drenagem como um dos primeiros subsistemas a “sentir” e “denunciar” alterações no funcionamento do todo. Seja através de inundações, na migração do canal, ou até mesmo através do assoreamento do leito e formação de ilhas fluviais.



Sabe-se que a disponibilidade hídrica de uma bacia de drenagem está relacionada à diversos componentes de seu sistema, entre eles suas características geológicas, como litologia e presença de falhas; características pedológicas; geomorfológicas, como forma, declividade, orientação; características climáticas, como o ritmo de chuva; características ecológicas, com a peculiaridade das espécies ali presente, e características antrópicas (BRIERLEY & FRYIRS, 2005; OWENS, 2005). Esta última é a que apresenta uma dinâmica mais veloz e capaz de interferir de forma irreversível.

Inúmeras são as alterações causadas pela sociedade que provocam desequilíbrio nos sistemas ambientais: retirada da cobertura vegetal e consequente erosão dos solos, impermeabilização do solo, ausência de infiltração e acúmulo de água pluvial, construção nas planícies de inundação, etc (HARVEY, 2002). Além disso, sabe-se que os sistemas ambientais apresentam componentes sensíveis e outros mais resistentes às variações impostas. A esta característica individual de cada sistema é dada o nome de sensibilidade (THOMAS, 2001).

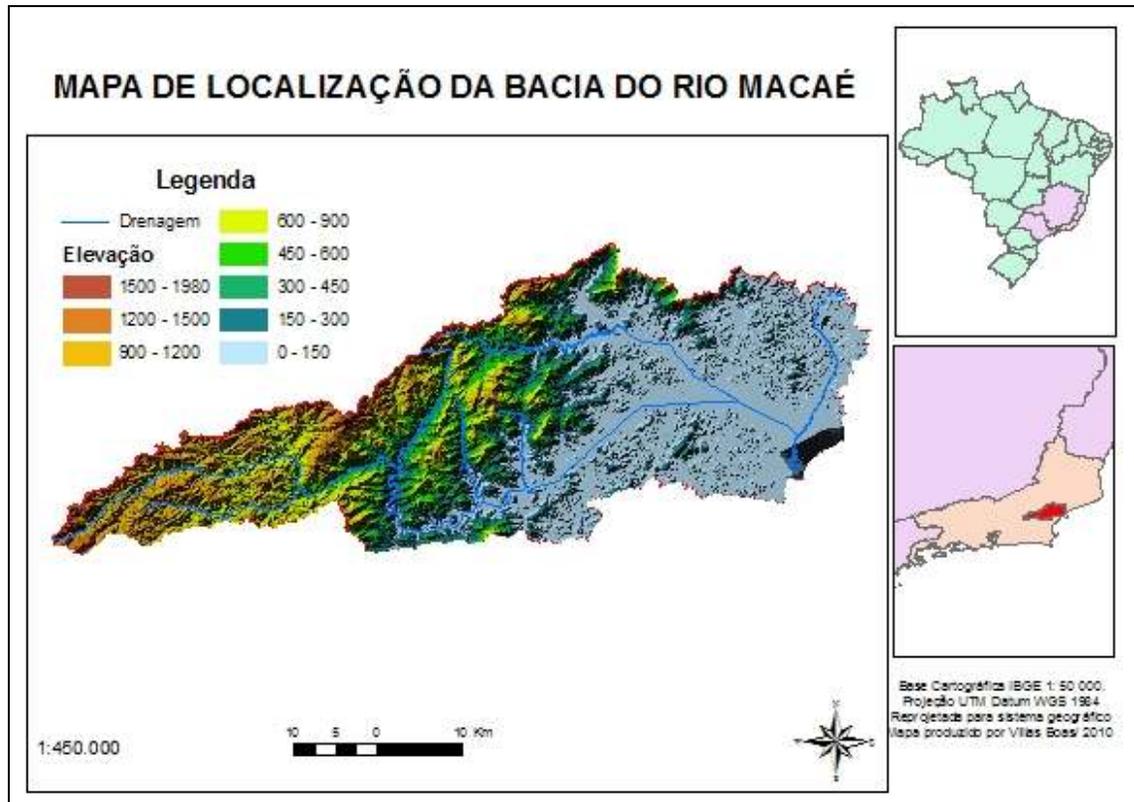
Neste sentido, Brunsten e Thornes (1979) afirmam que a sensibilidade da paisagem “é a probabilidade que uma mudança nos controles do sistema tem de produzir uma resposta sensível, reconhecível e persistente”. Acrescenta, ainda, que “a estabilidade da paisagem é função da distribuição espacial e temporal do balanço entre forças de resistência e perturbação”.

Assim, a interação de forças externas com características mais ou menos vulneráveis do sistema pode gerar prejuízos irreversíveis. É neste sentido que a ciência procura cada vez mais avançar em prol de um desenvolvimento responsável respeitando as peculiaridades de cada localidade.

Para esse estudo foi selecionada a bacia do rio Macaé que está localizada no norte fluminense. Suas nascentes drenam a escarpa oceânica da Serra do Mar, localizadas em Nova Friburgo, já no médio curso, os vales são mais abertos com a presença de colinas e morros dissecados, alcançando em fim a sua extensa planície aluvial no município de Macaé onde o rio encontra com o mar (Fig. 1). A parte serrana da bacia até pouco tempo atrás ainda apresentava resquícios da cultura cafeeira, enquanto que nas partes baixas sempre predominou a pecuária. Nas últimas três décadas com a instalação de bases para exploração de petróleo na bacia de Campos a cidade de Macaé sofreu com o crescimento desordenado e o alto curso da



bacia começou a receber um número maior de turistas (MARÇAL & LUZ, 2003; LIMA, 2010).



**Figura 01 – Mapa de Localização da Bacia do Rio Macaé (RJ)**

Sabendo da importância do uso e cobertura da terra na disponibilidade e qualidade da água, tanto pela prevenção da erosão dos solos, como pela sua contribuição na taxa de infiltração, o objetivo deste trabalho é mapear as transformações ocorridas na paisagem da bacia do rio Macaé (RJ) entre os anos de 2000 e 2005.

Especificamente, serão realizados os mapeamentos temáticos de cada ano e depois realizado o cruzamento dos mesmos para detectar as possíveis áreas onde não houve mudanças e as expansões e retrações das classes identificadas, e assim detectar regiões produtoras de sedimentos para a calha fluvial.



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os mapeamentos foram realizados com imagens LANDSAT 5, onde o píxel tem resolução de 30m, da faixa 216 e cenas 076 e 075 das datas 24/ 09/ 2000 e 04/ 07/ 2005 utilizando o software SPRING 5.1.5. A seleção das classes utilizadas foi adaptada do Manual de Uso da Terra do IBGE (2006) levando-se em consideração a visualização disponível e o interesse desta pesquisa. As classes são: Afloramento Rochoso, Agropecuária, Corpos D'Água, Cordões Arenosos, Cobertura Florestal, Mangue, Solo Exposto e Áreas Urbanizadas.

Algumas classes são auto-explicativas como Afloramento Rochoso, Corpos D'água Cobertura Florestal e Áreas Urbanas. Entendeu-se como Agropecuária toda região que a cobertura florestal foi retirada, sendo incluída nesta classe as florestas em estágio sucessional inicial e os pastos sujos. A classe Mangue foi diferenciada de Cobertura Florestal pela sua posição geográfica e funcionalidade diferente no sistema hidrográfico.

As imagens foram adquiridas no site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), em seguida foi realizado o georreferenciamento das mesmas, e os testes de segmentação de crescimento de regiões com base na resposta espectral e tamanho mínimo de polígono, que levam em consideração além da resposta espectral de cada píxel, a informação de seus vizinhos. Esses classificadores simulam o trabalho de um intérprete ao reconhecer áreas homogêneas (segmentação) nas imagens a partir das propriedades espectrais e espaciais.

Três segmentações foram realizadas para encontrar o resultado mais coerente com as características da área e a análise proposta, são elas: resposta espectral 15 e tamanho mínimo de 10 píxels; resposta espectral 10 e tamanho mínimo de 10 píxels; e resposta espectral 10 e tamanho mínimo de 15 píxels. Selecionou-se utilizar a última para a classificação. A classificação de crescimento de regiões utilizou-se o classificador Bhattacharya com 90% de limiar de aceitação.

A classificação e a transformação dos mapas em vetor também foram feitas em ambiente SIG, utilizando-se o software SPRING 5.1.5. Já a edição e o cruzamento dos dados foram realizadas com o software ArcGis 9.3. O cruzamento dos dados consistiu na interseção das áreas de cada classe nos anos analisados e as áreas onde não houve mudança de classe foi considerado Estável, já as áreas transformadas seguem as cores das classes a que passaram a ser no ano 2005.



Trabalhos de campo foram realizados para reconhecimento das classes e a confirmação dos resultados parciais encontrados. Foi utilizado o software Excel com objetivo de elaborar gráficos para conhecer os percentuais das classes encontradas nos mapeamentos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapeamentos do uso e cobertura da terra realizados para a bacia do rio Macaé, para os anos de 2000 e 2005 podem ser observados na Figura 2. Destaca-se, inicialmente, que há um predomínio entre as classes Agropecuária e Cobertura Florestal alcançando, juntas, cerca de 98% da área total da bacia (Tabela 1).

Destaca-se, que as modificações das áreas relacionadas a Afloramento Rochoso, Corpos D'água e Cordões Arenosos se deram devido à leitura diferenciada da resposta espectral por parte do software no momento da classificação. Através de trabalhos de campo realizados na região observou-se pouca alteração dessas áreas. Mesmo tendo sido corrigidas na fase de edição, estas classes apresentam valores, ainda que insignificantes em termo de área, que não serão levados em consideração nesta análise.

Já, as áreas de Solos Expostos encontradas dentro das áreas de Agropecuária foram aglutinadas, visto que são terrenos que estavam sendo preparados para serem semeados. Já os Solos Expostos em torno das Áreas Urbanizadas se mantiveram como uma classe independente, pois se entendeu que ali está ocorrendo uma expansão desta segunda classe.

Através dos mapeamentos de uso e cobertura da terra na bacia do rio Macaé pode-se destacar algumas considerações importantes relacionadas ao avanço e retração das classes Floresta e Agropecuária. Chama a atenção que a classe Floresta se retrai quase 10%, no período de cinco anos, enquanto que a classe Agropecuária se expande pouco mais de 7%, o que chama a atenção ao desmatamento na região de forma acentuada, não sendo de responsabilidade apenas a atividade agropastoril na região. Obviamente que vários outros fatores podem e devem estar relacionados a essa inversão, porém, as áreas com cobertura vegetal diminuíram acentuadamente.

Sendo assim, observou-se que as áreas de Cobertura Florestal encontram-se predominantemente, no alto curso da bacia, em divisores de drenagem e, a partir do médio curso até a foz, nos topos de morros. A presença da floresta no alto curso se justifica pela



sobreposição de duas unidades de conservação naquela área (APA Macaé de Cima), pelo difícil acesso, já que não há estrada asfaltada, e pelas altas declividades ali encontradas.

A Tabela 01 apresenta correlação entre a retração da Cobertura Florestal (-4,05%) e o avanço da atividade Agropecuária (+ 3,97%), porém, observa-se no Mapa de Transformação das Classes na Bacia do rio Macaé (Fig. 03) grande expansão da Cobertura Florestal. Isto se deve, principalmente, pela falta de sobreposição dos polígonos gerados na segmentação, e no momento da classificação, onde o software se baseia na principal classe encontrada pela resposta espectral daquele polígono (Tabela 1).

Já a classe Agropecuária, mostra crescimento para o período de 7,13%, na qual possuía maior parte da sua área na planície aluvial (Tabela 1). Porém, o Mapa referente ao mapeamento de 2005 mostra uma expressiva expansão pelos vales mais altos da bacia, ou seja, nas áreas mais a montante da bacia, inclusive chegando próximo aos divisores (Fig. 2). Os trabalhos de campo apontaram, ainda, que no alto curso da bacia encontram-se, além da cultura de subsistência, a cultura de banana e frutas cítricas, mas essas não foram detectadas neste mapeamento pela sua pequena extensão areal e pela resolução do pixel destas imagens. Nesta região as áreas desta classe correspondem, principalmente, à pecuária que vem saindo do fundo dos vales e trazendo desmatamento também para as vertentes. O Mapa de Transformação das Classes aponta para uma relativa estabilidade desta classe no baixo curso, visto que na região do norte fluminense é tradicionalmente praticada a pecuária desde o início do século (Fig. 3).

Outra correlação também pode ser feita com as classes Solo Exposto e Áreas Urbanas, enquanto a primeira regrediu 50,45 %, a segunda cresceu 40,35% (Tabela 1). Isto se deu principalmente devido ao crescimento da cidade de Macaé nas direções norte e sul. Já o Mangue localizado na desembocadura da cidade de Macaé, apesar dos trabalhos de campo apontar uma retração desta classe, não foi possível observar neste mapeamento (Fig. 2).

A cidade de Macaé vem crescendo e se expandindo significativamente, desde a década de 1970 quando ali foi instalada a base para operações de extração de óleo e gás na Bacia de Campos. A princípio, o crescimento se deu sobre a região ao sul do rio, e atualmente, observa-se que este eixo de crescimento se dá onde predominam os condomínios e edifícios mais luxuosos. O eixo de crescimento para norte é predominantemente de bairros com condições de moradias mais simples e com pouco ordenamento territorial (Fig. 2) (Tabela 1).

Além do crescimento urbano na foz do rio Macaé, observou também o crescimento desta classe no alto-médio curso da bacia. A região que abrange as cidades de Lumiar, São

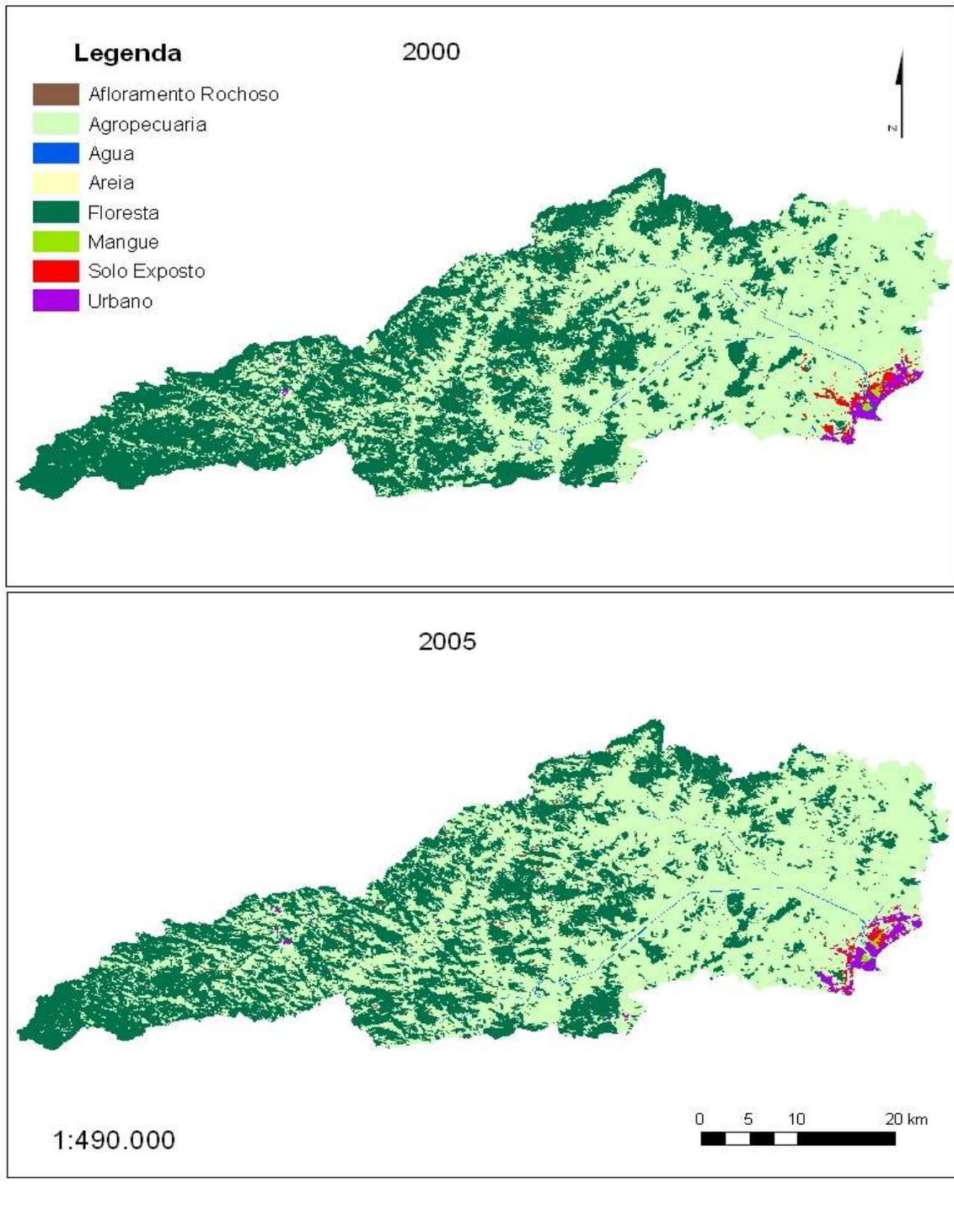


Pedro da Serra e Boa Esperança, todas localizadas na região do alto curso da bacia, vêm crescendo impulsionada pelo turismo. Além das famosas cachoeiras da região, o clima ameno atrai os turistas da costa do sol e da capital fluminense.

A classe Solo Exposto apesar de ter regredido (-50,45%), dando lugar às áreas urbanas, ainda pode ser observada no Mapa de Transformação (Tabela 1). É que no entorno da cidade de Macaé diversas áreas de agropecuária estão cedendo espaço para o crescimento urbano (Fig. 2). Então, acredita-se que a classe de Solo Exposto encontrado nos mapeamentos realizados refere-se a uma fase intermediária na transformação do uso agrícola para o uso urbano.



## Mapas de Uso e Cobertura da Terra da Bacia do rio Macaé

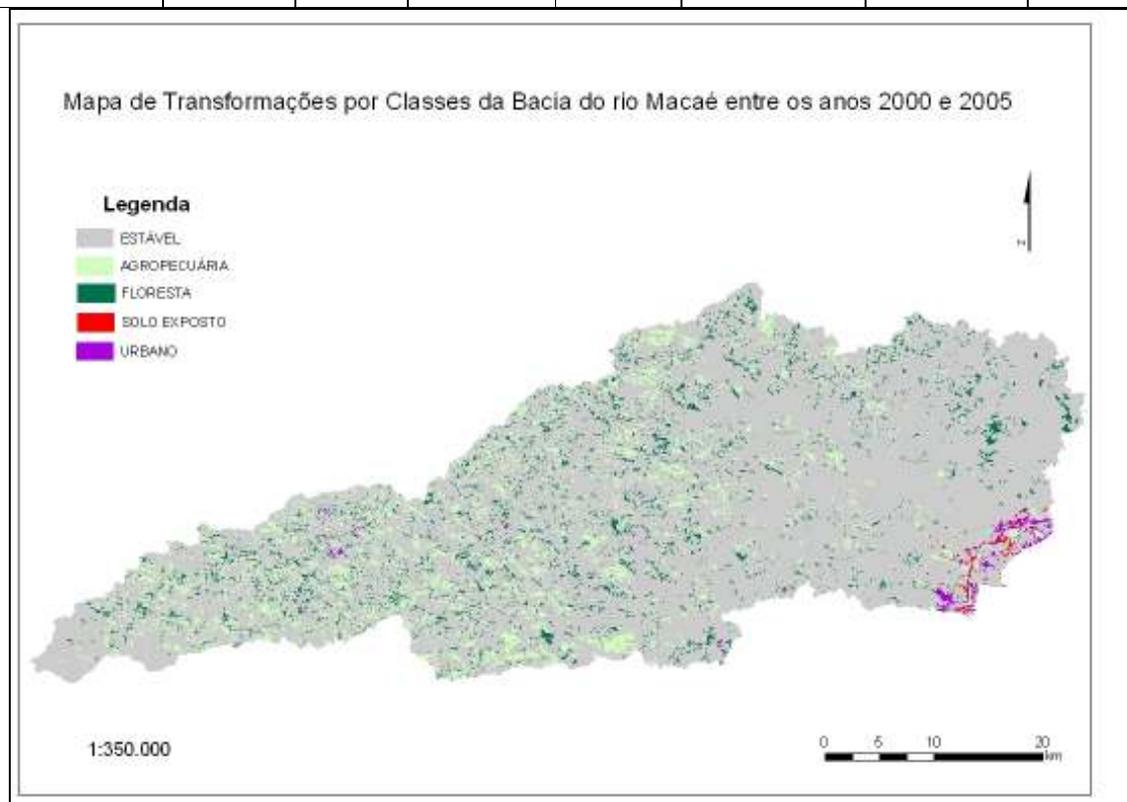


**Figura 02 – Mapas de Uso e Cobertura da Terra na Bacia do rio Macaé nos anos 2000 e 2005.**



**Tabela 01- Área e Percentuais associados às classes nos ano 2000 e 2005**

Classe / Ano	2000		2005		Transformação		
	km <sup>2</sup>	%		%	Diferença km <sup>2</sup>	Diferença %	Crescimento %
Afloramento Rochoso	4,07	0,24	6,50	0,38	2,43	0,14	59,70
<b>Agropecuária</b>	954,90	55,63	1023,02	59,59	68,12	3,97	<b>7,13</b>
Água	5,39	0,31	5,07	0,30	-0,32	-0,02	-6,01
Areia	0,11	0,01	0,11	0,01	0,00	0,00	-1,49
<b>Floresta</b>	728,76	42,45	659,16	38,40	-69,60	-4,05	<b>-9,55</b>
Mangue	1,28	0,07	1,29	0,07	0,00	0,00	0,33
<b>Solo Exposto</b>	10,53	0,61	5,22	0,30	-5,31	-0,31	<b>-50,45</b>
<b>Urbano</b>	11,61	0,68	16,29	0,95	4,68	0,27	<b>40,35</b>
TOTAL	1716,65	100,00	1716,65	100,00	0,00	0,00	0,00



**Figura 03- Mapa de Transformação do Uso e Cobertura da Terra na Bacia do rio Macaé (RJ) entre os anos 2000 e 2005. A legenda indica a nova classe para aquela área.**



## 4 CONCLUSÃO

1. O mapa de transformação das classes para o período analisado permite concluir que apesar da bacia do rio Macaé apresentar certo grau de cobertura florestal e esta permanecer relativamente estável em cinco anos, há indícios de forte transformação em andamento na área.

2. Este estudo apontou que o alto curso da bacia é onde ocorreu maior transformação da classe Cobertura Florestal, assim, serão necessários monitoramentos para avaliação do aporte de sedimento na calha fluvial e, de que forma vem se dando as respostas, frente essa transformação.

3. O crescimento da área urbana de Macaé pode ser um dos responsáveis pelo assoreamento encontrado na foz deste rio. Associado a isto pode estar relacionado também a retificação desta área que acelera o transporte dos sedimentos que se localizavam à montante.

4. As transformações das atividades mapeadas na região indicam a necessidade de atenção em relação às atividades que potencialmente produzem sedimentos às calhas fluviais, por exemplo, as classes agropecuárias e urbanas. Ressalta-se, contudo, que novos trabalhos para quantificação deste aporte são importantes, assim como, os estudos para compreender a sensibilidade do sistema, frente a essas transformações.

## 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 REFERÊNCIAS

- BRIERLEY, G.J., FRYIRS, K.. Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework. Blackwell Publishing, Oxford, UK. 398 pp. 2005.
- BRUNSDEN, D., THORNES, J.B.. Landscape sensitivity and change. Transactions. Institute of British Geographers, 4 (4); 463-484. 1979.
- ISTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Manual técnico de uso da terra. Rio de Janeiro. 2ª ed. 91 p. 2006.
- HARVEY, A.M.. Effective timescales of coupling within fluvial systems. Geomorphology, 44; 175– 201. 2002.
- LIMA, R.N.S.. Conectividade dos ambientes fluviais: Implicações para avaliação da sensibilidade do sistema de drenagem da bacia do rio Macaé (RJ). Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRJ, 131p. 2010.
- MARÇAL, M.S. E LUZ, L.M.. Planejamento e gestão da bacia do rio Macaé – litoral Norte Fluminense, com base em estudos integrados de geomorfologia e uso do solo. *In*: Anais do IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. Recife/ PE. CD-rom. 2003.
- OWENS, P.N.. Conceptual models and budgets for sediments management at the river basin scale. Journal of Soils & Sediments, 5 (4); 201-212. 2005.
- THOMAS, M.. Landscape sensitivity in time and space – an introduction. Catena, 42; 83-98. 2001.