

## **Análise das alterações de uso e cobertura das terras no município de Macaé, RJ<sup>1</sup>**

Adriana Fantinati Conceição<sup>2</sup>, Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues<sup>3</sup>, André Luiz dos Santos Furtado<sup>3</sup>, Ricardo Guimarães Andrade<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Parte do projeto de pesquisa desenvolvido na Embrapa, financiado pelo CNPQ.

<sup>2</sup>Graduada em Geografia pela PUC-Campinas.

<sup>3</sup>Pesquisadores da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP.

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi analisar as alterações de uso e cobertura das terras no município de Macaé localizado no norte fluminense. Para tanto, foram usadas imagens orbitais (Landsat 5 - TM) dos anos de 1995 e 2011. A partir da metodologia aplicada foi possível a quantificação da diferença, permanência, retração e expansão de cada classe de uso e cobertura. Entre as principais alterações estavam o aumento das áreas com formações arbustivo-herbáceas densas e áreas com vegetação campestre. As classes areia, áreas agrícolas, solo exposto e pastagem obtiveram maiores retrações de suas áreas. Além disso, ressalta-se que no período de estudo, alterações foram observadas em 45,7% da área do município de Macaé, RJ.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento, mudanças na paisagem, sensoriamento remoto.

## **Analysis of the land use and land cover change in the municipality of Macaé, Brazil<sup>1</sup>**

**Abstract:** The objective of this study was to analyze the land use and land cover change in the municipality of Macaé, Rio de Janeiro State, Brazil. Satellite images Landsat 5 TM of 1995 and 2011 were used. From the applied methodology was possible to quantify the difference, permanence, retraction and expansion of each class of land use and land cover. The main changes were the increase in areas with herbaceous-shrubby dense and grassland vegetation. Regions classified as sand, agricultural area, bare soil and pasture had higher reductions of their areas. In addition, it is noteworthy that land use and land cover change were observed in 45.7% of the municipality of Macaé, Brazil.

**Keywords:** Geoprocessing, landscape changes, remote sensing.

### **Introdução**

Estudos sobre o processo de mudanças na paisagem, de suas causas e consequências, podem contribuir para ações atuais e futuras de planejamentos proativos e redução de impactos ambientais (BAKER, 1989). Nesse sentido, a análise da dinâmica da paisagem no município de Macaé-RJ tem recebido importância devido à indústria do petróleo de sua plataforma continental (Bacia de Campos) além de suas belezas naturais como as restingas, manguezais e florestas naturais de Mata Atlântica (RAMBALDI et. al., 2002). Assim, dados de sensoriamento remoto orbital são importantes por fornecer informações espaço-temporal sobre as condições da superfície, possibilitando estudos sobre as alterações do uso e cobertura das terras. Além disso, pode contribuir com várias informações complementares fundamentais à tomada de decisões dos gestores tanto de setores públicos quanto privados (MU et al. 2011; RUDORFF, 2012). Diante do exposto, o presente trabalho utilizou ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento visando analisar as alterações do uso e cobertura da terra no território do município de Macaé nos anos de 1995 e 2011.

### **Material e Métodos**

A área de estudo é o município de Macaé – RJ, localizado no norte fluminense compreendendo uma área 1.220,83 km<sup>2</sup>. O município de Macaé está inserido na bacia

hidrográfica do rio Macaé (82% de seu território) e na bacia hidrográfica da Lagoa Imboassica. O clima de Macaé, segundo a classificação climática de Köppen do tipo Aw (verão quente e úmido e inverno ameno e seco) nas porções dos médios e baixos cursos dos seus rios, e clima tropical de altitude com verões quentes (Cwa) na porção dos altos cursos do rio Macaé e de seus afluentes pela margem esquerda (BRASIL, 2012). Foram usadas imagens Landsat 5 - TM órbita/ponto 216/75 e 216/76 referente aos anos de 1995 e 2011 e que são disponibilizadas gratuitamente pelo Serviço de Levantamento Geológico Americano (USGS). Esse período foi escolhido com o objetivo de se verificar a dinâmica da intensificação do uso antrópico no município nas últimas décadas. De posse das imagens, inicialmente, foi efetuada a correção radiométrica e posteriormente, a correção atmosférica nas imagens multiespectrais por meio do módulo ATMOSC/Cos(t) do software IDRISI TAIGA, incorporando todos os elementos da correção pelo pixel escuro (Dark Object Subtraction - DOS) (CHAVEZ JUNIOR, 1996). Em sequência, no software ENVI 4.8, iniciou-se a classificação dos diferentes tipos de uso e cobertura por meio do algoritmo de Máxima Verossimilhança (MAXVER) e obtiveram-se os mapas tanto em formato raster quanto vetorial. A partir dos dados vetoriais, no ARCGIS 10.2 foi possível efetuar a intersecção entre os mapas e assim obter as áreas resultantes de cada classe permitindo quantificar as alterações no uso das terras.

### Resultados e Discussão

Nos mapas da Figura 1 notam-se visualmente algumas características da dinâmica do uso e ocupação das terras como o avanço da área urbana (cor vermelha) em direção às áreas de restinga onde se localiza parte do parque nacional Restinga de Jurubatiba. Além disso, no ano de 2011, observa-se menor abrangência da classe solo exposto (cor marrom) e o aumento das áreas classificadas como vegetação campestre.

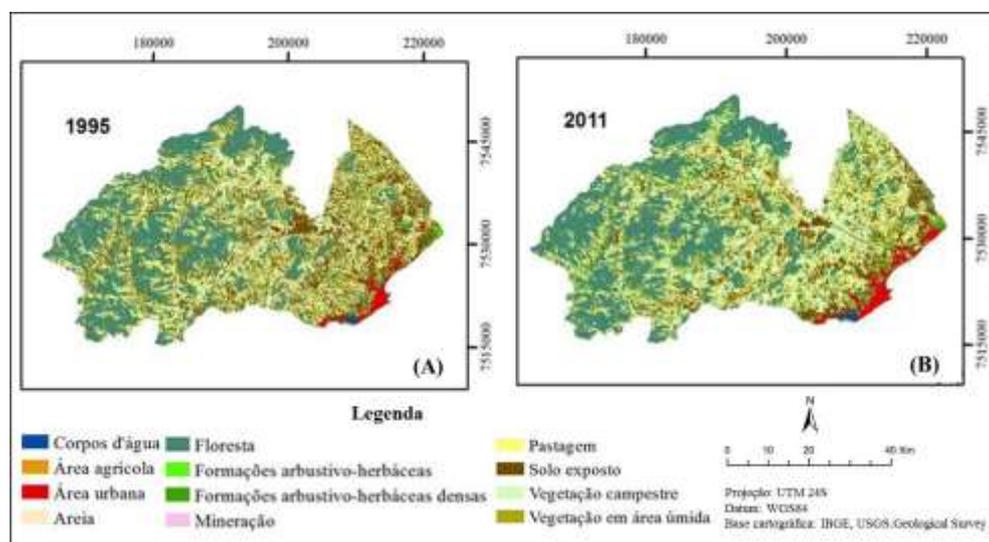


Figura 1. Mapas de uso e cobertura das terras dos anos de 1995 (A) e 2011 (B) para a área delimitada pelo município de Macaé, RJ.

A (Tabela 1), apresenta a quantificação da diferença, permanência, retração e expansão das 12 classes de uso e cobertura das terras obtidas nos anos analisados. As áreas de permanência estão quantificadas como áreas que apresentavam a mesma classe de uso e cobertura em 1995 e 2011; as áreas de retração de determinado uso ou cobertura são aquelas que deixaram de apresentar esse uso ou cobertura no período anterior à análise; e

as áreas de expansão são aquelas que passaram a apresentar esse uso no período posterior ao estudo.

As classes área urbana, corpos d'água, floresta e mineração apresentaram mais de 83% de área de permanência de uso e cobertura das terras. Mas, as classes área urbana, corpos d'água e vegetação em área úmida obtiveram, no cômputo geral, suas áreas totais aumentadas. Possivelmente, o aumento da área urbana foi consequência das atividades relacionadas ao setor da cadeia produtiva de petróleo e gás (a partir da década de 1970) que acelerou o processo de ocupação irregular do município, principalmente de áreas de proteção permanente como os manguezais (áreas próximas à desembocadura do rio Macaé), restingas (litoral norte de Macaé) e o entorno da Lagoa Imboassica (TERRA e RESSIGUIER, 2010).

Tabela 1. Dinâmica de uso e cobertura das terras em Macaé entre os anos de 1995 e 2011.

Uso e cobertura	USO 1995		USO 2011		Diferença (km <sup>2</sup> )	Permanência		Retração		Expansão	
	(km <sup>2</sup> )	%	(km <sup>2</sup> )	%		(km <sup>2</sup> )	%	(km <sup>2</sup> )	%	(km <sup>2</sup> )	%
Época seca											
Corpos d'água	3,8	0,3	7,1	0,6	3,2	3,4	87,7	0,5	12,3	3,7	52,5
Área agrícola	84,6	6,9	48,0	3,9	-36,6	10,1	12,0	74,5	88,0	37,8	78,9
Área urbana	13,1	1,1	23,1	1,9	10,0	12,9	98,0	0,3	2,0	10,2	44,4
Areia	29,4	2,4	3,2	0,3	-26,2	0,4	1,4	29,0	98,6	2,8	87,2
Floresta	413,3	33,9	384,8	31,5	-28,5	346,7	83,9	66,6	16,1	38,2	9,9
Formações arbustivo- herbáceas	1,9	0,2	14,1	1,2	12,1	0,5	25,1	1,5	74,9	13,6	96,5
Formações arbustivo- herbáceas densas	30,9	2,5	52,2	4,3	21,3	7,3	23,6	23,6	76,4	45,0	86,1
Mineração	0,3	0,0	0,7	0,1	0,4	0,3	100,0	0,0	0,0	0,4	62,8
Pastagem	148,4	12,2	130,8	10,7	-17,6	64,1	43,2	84,3	56,8	66,7	51,0
Solo exposto	241,1	19,7	180,9	14,8	-60,1	78,7	32,7	162,3	67,3	102,2	56,5
Vegetação campestre	227,0	18,6	332,0	27,2	105,0	125,9	55,5	101,1	44,5	206,1	62,1
Vegetação em área úmida	27,1	2,2	43,9	3,6	16,9	12,1	44,7	15,0	55,3	31,8	72,5
Total	1220,8	100,0	1220,8	100,0	0,0	662,3	54,3	558,5	45,7	558,5	45,7

A classe “floresta” diminuiu sua área total entre 1995-2011 (redução de 28,5 km<sup>2</sup>). No ano de 1995, as formações arbustivo-herbáceas, formações arbustivo-herbáceas densas e vegetação campestre, ocupavam em relação à área total do município, uma área de 0,20%, 2,5% e 18,6%, respectivamente. Já no ano de 2011, as mesmas classes ocupavam 1,20%, 4,3% e 27,2%, respectivamente. Assim, observa-se que houve aumento de área nas três classes analisadas. Nesse caso, a expansão de algumas classes se justifica pela ocupação de áreas antes tomadas por outros usos ambientalmente adaptados à região, com respeito às declividades e potencial de escoamento das águas pluviais e fluviais. Da mesma forma como ocorreu com a classe “pastagem”, a classe “áreas agrícolas” também perdeu espaço territorial, e houve diminuição de 56,7% de área de 1995 (84,6 km<sup>2</sup>) em relação a sua área de 2011 (48,0 km<sup>2</sup>).

## Conclusões

As análises espacialmente explícitas da dinâmica do uso e cobertura das terras entre os anos de 1995 e 2011 possibilitaram a quantificação da diferença, permanência, retração e expansão de cada classe de uso e cobertura das terras, mostrando que o aumento das áreas com formações arbustivo-herbáceas densas e áreas com vegetação campestre estão entre as principais alterações encontradas. Destacam-se também as áreas classificadas como areia, áreas agrícolas, solo exposto e pastagem, as quais apresentaram as maiores retrações. Além disso, de forma geral, no período de estudo, alterações de uso e cobertura das terras foram observadas em 45,7% da área do município de Macaé, RJ.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo auxílio à pesquisa (processo 403572/2013-4).

### **Literatura citada**

BAKER, W.L. A review of models of landscape change. *Landscape Ecology*. Dordrecht, v.2, p.111-133, 1989.

BRASIL. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Estado do Ambiente & Instituto Estadual do Ambiente. *Relatório de caracterização da Região Hidrográfica de Macaé e Rio das Ostras (RD-01). Versão Final Revisada*. 2012. Disponível em: <<http://www.planomacaeostras.com/pdf/EG0143-R-PRH-RD-01-02.pdf>> (Acesso em 15 out. 2014).

CHAVEZ JUNIOR, P.S. Image-based atmospheric corrections: revisited and improved. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Bethesda, v.62, p.1025-1036, 1996.

MU, Q.; ZHAO, M.; RUNNING, S.W. Improvements to a MODIS global terrestrial evapotranspiration algorithm. *Remote Sensing of Environment*, p.1781-1800, 2011.

RAMBALDI, D.M.; MAGNANINI, A.; ILHA, A.; LARDOSA, E; FIGUEIREDO, P.; OLIVEIRA, R. F. A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. *Série: Estados e Regiões da RBMA*. São Paulo, Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e Ministério do Meio Ambiente, 2002.

RUDORFF, F.T.B. *Produtos de sensoriamento remoto*. Divisão de Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos-SP. Disponível em: <<http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>> (Acesso em 10 ago. 2014).

TERRA, D. C. T.; RESSIGUIERR, J. H. Mudanças no espaço urbano de Macaé: 1970-2010. In: Oficina sobre Impactos sociais, ambientais e urbanos das atividades petrolíferas: o caso de Macaé, RJ, 2010, Niterói. *Oficina sobre Impactos sociais, ambientais e urbanos das atividades petrolíferas: o caso de Macaé, RJ*. Niterói: UFF, p. 149-169, 2010.