

## Mapeamento de uso e cobertura do solo como subsidio à gestão da orla marítima do município de Armação dos Búzios, RJ - Brasil

Lídice Cabral Nascimento<sup>1</sup>  
Thais Baptista da Rocha<sup>2</sup>  
Guilherme Borges Fernandez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Fluminense - UFF  
CEP 24210-340 - Niterói - RJ, Brasil  
lidicecabral@yahoo.com.br;  
guilherme@igeo.uff.br;

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ  
CEP 21941-901- Rio de Janeiro – RJ, Brasil  
thaisitc5@yahoo.com.br;

**Abstract:** The Brazilian coastal zone is formed of many different ecosystems and landscapes such as mangroves, cliffs, bays, estuaries, corals, dune, rocks and others. This area is also where the main settlements developed, since the colonization. As there are many different landscapes localized close to the sea, it is possible to notice that a lot of different uses have to be integrated. Population and urbanization in coastal areas must be seen as critical not only because of the vegetation losses, but also because of an increase of erosion process and changes of the natural landscape. This research aims to map the land use and land cover of the coastal area of the municipality from Armação dos Búzios, which is a touristic and coastal city in the state of Rio de Janeiro. The remote sensing and geoprocessing techniques are used to support the integrated coastal management. The land use and land cover map were made with visual interpretation. From the map is possible to see that the vegetation class occupies the biggest area inside the municipality, followed by the pasture and urban area. However, in the coastal area is possible to see that the relative area occupied by urbanization grow, and this results shows us that this is the focus of the constructions and an important area for the coastal management.

**Palavras-chave:** remote sensing, land use and land cover, costal management, sensoriamento remoto, uso e cobertura do solo, gerenciamento costeiro

### 1. Introdução

A crescente ocupação da faixa costeira cada vez mais vem sendo objeto de preocupação por parte das autoridades públicas e também pela comunidade científica, visto a peculiaridade ambiental e vulnerabilidade dessas áreas. O litoral é representado por uma série de feições que em geral são dotadas de considerável dinâmica morfológica ou especificidade geográfica, que quando ocupadas de forma pouco ou nada criteriosa leva, entre diversos aspectos negativos, à descaracterização dos ambientes naturais, que se reflete diretamente na paisagem.

Desde os tempos da formação territorial brasileira, a orla marítima e os seus espaços praianos vêm passando por intensos processos de ocupação desordenada e degradação paisagística e ambiental. Questões como a acessibilidade às praias, irregularidades fundiárias, proteção de ecossistemas, danos às populações tradicionais e supervalorização desses espaços mostram alguns dos conflitos mais comuns em função das muitas atividades e empreendimentos em realização e aos usos múltiplos que o litoral permite.

A fim de contribuir para a mitigação desses problemas com conservação tanto das paisagens como do modo de vida, o Gerenciamento Costeiro Integrado (GCI) surge uma das contribuições para a solução no âmbito gestão territorial. Atualmente, ele é implantado tendo em vista uma abordagem mais integrada dos fenômenos que impactam a zona costeira; assim, suas finalidades devem estar atreladas a mediação de conflitos de uso, ordenamento desses usos, uma vez que a urbanização desordenada do litoral traz conseqüências não só ambientais,

mas também econômicas e sociais. Dessa forma, todos os atores envolvidos participam desta gestão.

Armação dos Búzios é um conhecido município no estado do Rio de Janeiro, na Região dos Lagos, por suas praias e vida noturna agitada. Sua beleza cênica, atribuída às características paisagísticas da região, como a vegetação, típica de ambientes áridos, e os costões rochosos, com linda vista para o mar, atrai grande contingente de turistas. Assim, apresenta ocupação de sua Orla Marítima, que, com processo desordenado e falta de infraestrutura, trazem danos ao meio ambiente e compromete os usos do espaço. Sendo assim, é necessário um ordenamento dos usos para preservar não só a paisagem, mas também a economia e a saúde da população. É aí que se insere o Gerenciamento Costeiro Integrado.

Atualmente um dos instrumentos utilizados como suporte aos pressupostos do gerenciamento costeiro tem sido as ferramentas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, uma vez que possibilita análises remotas, permite a criação de banco de dados geográficos e facilita na quantificação de determinados tipos de dados, além de espacializar a distribuição de fenômenos.

Frente a isso o objetivo principal deste trabalho é o mapeamento de uso e cobertura do solo como subsídio à gestão da Orla Marítima do município de Armação dos Búzios, a partir de ferramentas de Sensoriamento Remoto e análises espaciais em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas. Desta forma, como objetivo secundário do presente trabalho, buscou-se avaliar as características de ocupação da orla marítima relacionando-a com as diretrizes de ordenamento e de delimitação da mesma. Tais critérios estão presentes no Decreto Federal 5.300/04, que traz atribuições específicas aos limites, objetivos, instrumentos e competências para gestão nacional da orla marítima.

## 2. Metodologia de Trabalho

A metodologia aplicada consistiu inicialmente em revisão bibliográfica englobando os temas do Gerenciamento Costeiro (GC) e utilização de geotecnologias. Sobre o GC, buscou-se procurar trabalhos nacionais e internacionais que aplicassem SIG como ferramenta para a gestão. Conceitos como Zona Costeira e Orla Marítima foram estudados, analisados e definidos para que o trabalho se desenvolvesse com o conceito que se ajustasse melhor ao objetivo da pesquisa; assim, decidiu-se por Orla Marítima como recorte espacial, por ser mais restritivo espacialmente.

Um dos principais produtos obtidos por Processamento Digital de Imagens (PDI) são os mapas de uso e cobertura do solo, que indicam a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada através de padrões homogêneos da cobertura terrestre. Este produto é de grande utilidade para o conhecimento atualizado das formas de ocupação do espaço, constituindo importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão (IBGE, 2006).

Assim, realizou-se um mapeamento de uso do solo e cobertura, para o ano de 2007, com mosaico de imagens Ikonos, com resolução espacial de 1 metro e 11 bits de resolução radiométrica, com fins de analisar a Orla Marítima, como definida pelo Decreto 5.300/2004. A metodologia desta fase do trabalho está explicitada através do fluxograma na Figura 1.

Através deste mapeamento foi possível identificar e mensurar a área urbana do município, no ano de 2007, além de espacializar sua distribuição. Assim, o primeiro passo foi definir quais classes seriam analisadas neste trabalho, para isso foi utilizado o Manual de Uso da Terra (IBGE, 2006) e Dantas *et. al.* (2009), além de observações específicas na imagem, como as classes **nuvem** e **área antrópica indiscriminada**. São elas: **Afloramento rochoso**; **Areia**; **Solo exposto**; **Água** – as águas continentais e oceânicas; **Áreas urbanas** – áreas com alta densidade de ocupação; **Área antrópica indiscriminada** – áreas de loteamento, com baixa densidade de ocupação e áreas que ainda não foram ocupadas, mas próximas de tal, ou

mesmo no interior de áreas urbanas. Por poder se confundir com a classe de **herbáceas**, pois ainda não se constitui de ocupação consolidada, é reconhecida pela sua forma característica, normalmente retangular; **Área alagada** – áreas de brejo, porém de caráter efêmero, devido ao regime de chuvas mal distribuídas, que interfere na classificação, sendo, portanto, de classificação problemática, muitas vezes se confunde com a classe de **herbáceas** e **água**; **Vegetação arbustiva** – vegetação de aspecto denso, compreendendo desde a vegetação arbórea, até as de porte intermediário, podendo estar localizada tanto nos morros costeiros, nas planícies arenosas, colinas, planícies e tabuleiros costeiros; **Herbáceas** – vegetação rasteira, normalmente composta de gramíneas; em Dantas *et. al.* (2009), foi classificada também como vegetação antrópica; **Não-classificado** – algumas ilhas que pertencem ao município, mas não aparecem na imagem de satélite, além de áreas do *background*.

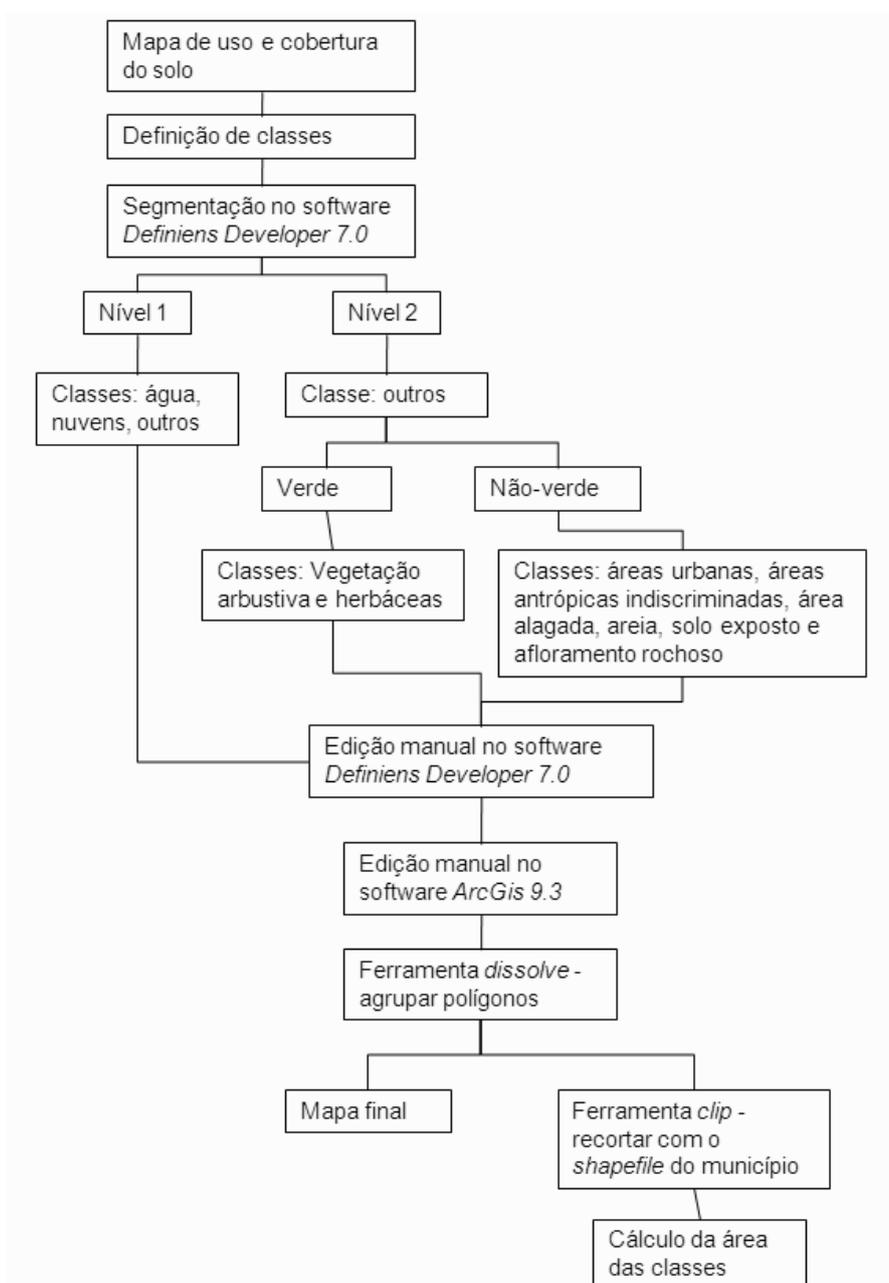


Figura 1. Fluxograma metodológico do mapeamento de uso e cobertura do solo.

A partir daí, partiu-se para a elaboração do mapa de uso e cobertura do solo, onde utilizou-se a composição RGB das imagens do satélite IKONOS II, datadas de 2007, georreferenciada no sistema de coordenadas WGS 84 UTM zona 24S. A resolução espacial da imagem é de 1m, adequada para o produto final em escala 1: 25.000.

Para classificação do uso e cobertura do solo, foi utilizado o método de segmentação e classificação supervisionada, através do software *Definiens Developer 7.0*, disponibilizado pelo Laboratório de Geografia Física (LAGEF) da Universidade Federal Fluminense. Este programa possibilita a geração de vários níveis de segmentação, articulados de forma hierárquica.

Assim, o primeiro momento do PDI foi a segmentação. A partir daí foi adotado método proposto por Cruz *et. al.* (2007), onde foram utilizados dois níveis de segmentação. No primeiro e no segundo nível foi utilizado o parâmetro de escala 200. No primeiro nível a imagem foi dividida em 3 classes: **água, nuvem e outros**. Se seguiu uma edição manual para diminuir possíveis erros no segundo nível, que, a partir da classe **outros**, repartiu-se em 2 classes: verde e não-verde. Estas foram subdivididas em outras: verde (**vegetação arbustiva e herbáceas**) e não-verde (**área alagada, área antrópica indiscriminada, areia, solo exposto, áreas urbanas e afloramento rochoso**). Nesta etapa, também foi realizada edição manual, a partir de interpretação visual.

Após a conclusão das atividades no programa *Definiens Developer 7.0*, o arquivo foi exportado em formato *shapefile* e analisado na plataforma *ArcGis 9.3*. Nela puderam ser processadas as informações referentes às classes de uso do solo aplicando a ferramenta *dissolve*, na qual os polígonos foram agrupados, gerando um polígono único para cada classe. A partir daí, gerou-se o mapa final e o cálculo das áreas, através do recorte do *shapefile* do município, de forma a ser possível a comparação com o mapeamento de Dantas (2005).

A fim de se delimitar a Orla Marítima, a partir da imagem Ikonos, delimitou-se, por interpretação visual, a linha de praia a partir do limite final dos ecossistemas vegetais, tanto nas praias como nos costões rochosos. Nas praias, onde a ocupação suprimiu a vegetação, a linha foi vetorizada a partir do final das construções. É importante ressaltar que não foi levado em consideração o mapa de uso e cobertura do solo nesta etapa.

Depois da delimitação da linha de praia, gerou-se dois produtos: um *shapefile* de linha, no qual plotou-se um *buffer* de 200 metros, e outro *shapefile* de polígono, a partir da linha de praia para o continente, afim de que se pudesse usar a ferramenta *clip* para gerar o produto final desta fase, que é o polígono da faixa terrestre da Orla Marítima, como mostra o fluxograma (Figura 2):

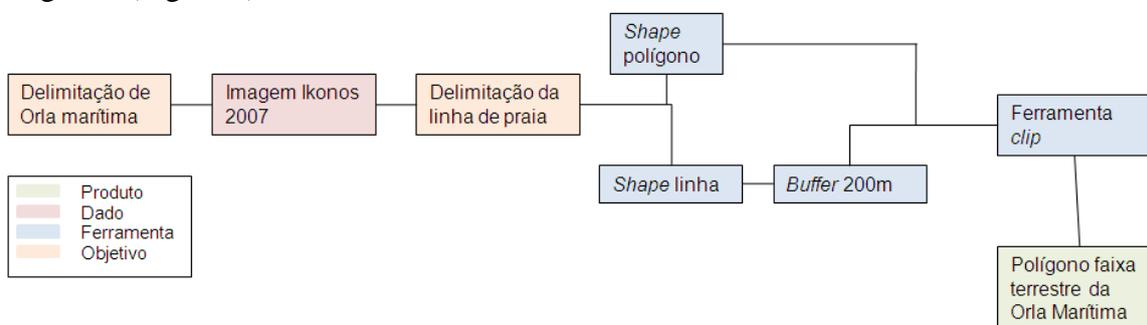


Figura 2. Fluxograma da metodologia para a delimitação de Orla Marítima.

Sendo assim, foi possível delimitar a Orla Marítima, de acordo com o que foi estabelecido pelo Decreto 5.300/2004. A partir daí, foi realizada a análise da classificação de uso do solo nesta faixa. A primeira classe a ser analisada foi a de **áreas urbanas**, devido à sua importância quanto aos impactos na orla. O primeiro passo foi, a partir do mapa de uso e

cobertura do solo, separar somente a classe **áreas urbanas**, depois com a ferramenta *clip*, cortou-se o *shapefile* das áreas urbanas do município com o *shapefile* de Orla Marítima, para então gerar uma tabela com as áreas correspondentes aos dois *shapefiles*. O fluxograma abaixo (Figura 3) mostra essa etapa do trabalho, a qual foi aplicada a todas as classes de uso e cobertura do solo apresentadas no mapa.

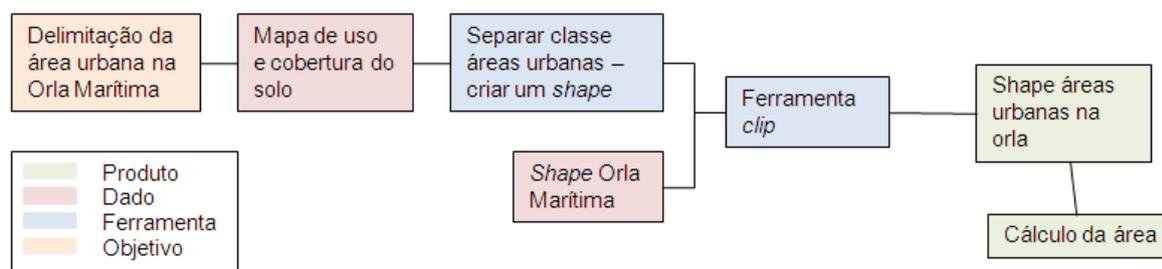


Figura 3. Fluxograma metodológico para a delimitação de área urbana na Orla Marítima.

### 3. Resultados e Discussão

O mapa de uso e cobertura do solo (Figura 4) é uma ferramenta de análise espacial muito utilizada hoje em dia (Dantas, 2005; Freire et al 2009; Souto et al. 2009; Rodriguez et al 2009; Dantas et al 2009; Henriques e Tenodoro 2009; Kaliolla e Laurila 2009), isso ocorre porque torna possível não só a visualização dos usos de uma forma sistemática, como também a quantificação de suas classes, permitindo uma análise mais detalhada das pressões exercidas sobre os ecossistemas. Além disso, é possível diferenciar de áreas e ver possibilidades de correlações estabelecidas nos processos de desenvolvimento. Novas relações espaciais poderão ser expressas respondendo como indicadores socioambientais que podem ser gerenciados em proveito da melhoria da qualidade de vida da sociedade (IBGE, 2006).

Portanto para a análise de uso e cobertura do solo, será utilizado somente o mapeamento realizado no presente trabalho. Assim, a tabela abaixo (Tabela 1) representa a área das classes mapeadas.

Tabela 1. Área das classes de uso e cobertura do solo do município de Armação dos Búzios.

Classes	Área (ha)	Áreas parciais
Afloramento rochoso	28,432	0,40%
Água	230,69	3,25%
Área alagada	114,157	1,61%
Área antrópica indiscriminada	656,186	9,25%
Areia	16,957	0,24%
Herbáceas	2030,5	28,62%
Nuvens	131,474	1,85%
Solo exposto	43,341	0,61%
Não classificado	68,912	0,97%
Áreas Urbanas	1047,448	14,77%
Vegetação arbustiva	2725,562	38,42%
<b>TOTAL</b>	<b>7093,659</b>	<b>100,00%</b>

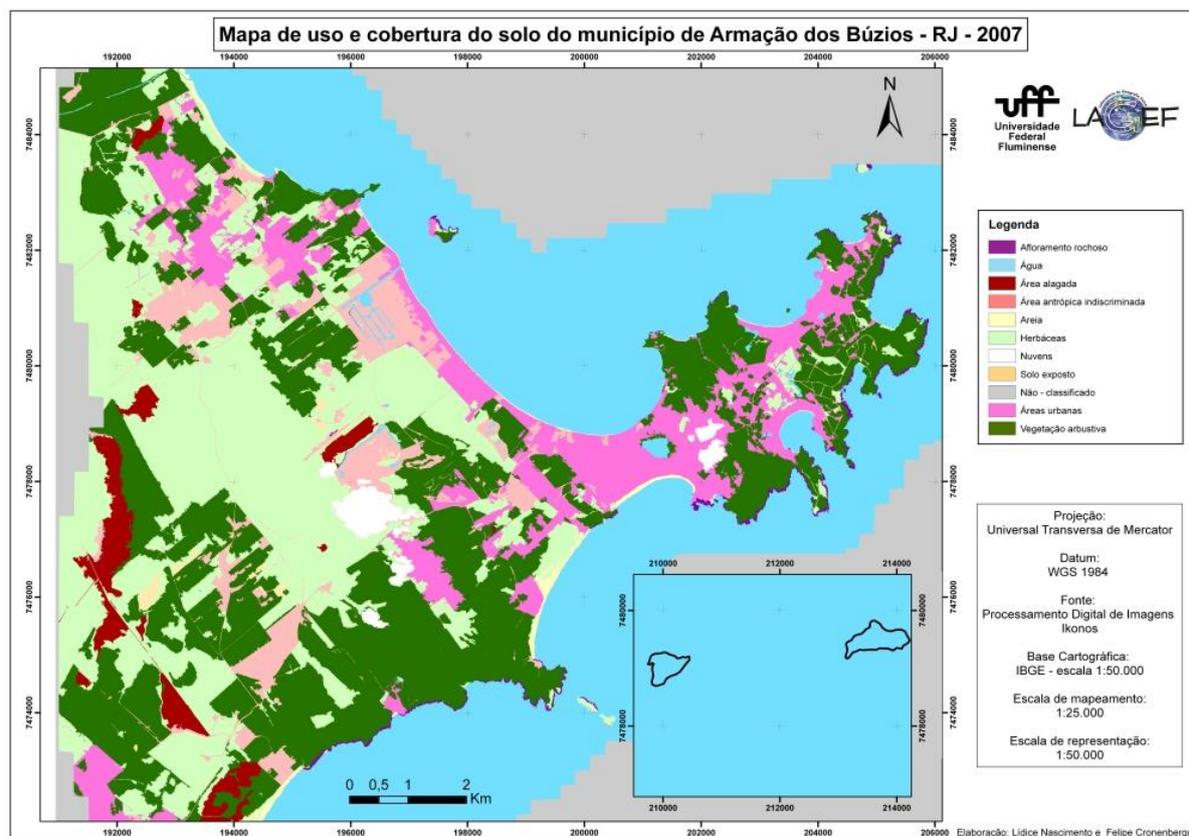


Figura 4. Mapa de uso e cobertura do solo do município de Armação dos Búzios, RJ, 2007.

Ao observar a tabela, é possível perceber que as classes **não-classificado, solo exposto, nuvens, areia, afloramento rochoso, água e área alagada** não chegam a 5% da área total do município, sendo, portanto, desprezíveis na classificação. A classe que representa uma maior área no município é a de vegetação arbustiva, maior ainda que a classe de **áreas urbanas e área antropica indiscriminada** juntas. Isso demonstra que grande parte do município ainda é composta por áreas naturais, o que muitas vezes justifica sua ocupação.

Ao observar o mapa de uso e cobertura do solo (Figura 4) vemos que grande parte da área urbanizada se concentra entre as praias de Geribá e a praia de Manguinhos. Outro núcleo de ocupação densa a ser considerado é a praia da Ferradura. Além de se observar que, na maioria das praias, há um núcleo de ocupação. Isso demonstra que as praias são o principal foco de atração do fluxo de pessoas, sendo provavelmente destinadas a uso turístico e de veraneio.

A classe de **área antropica indiscriminada**, que a princípio parece não ter grande importância nesta tabela, não só por conta da sua porcentagem, mas também de sua definição, corresponde a áreas de loteamentos e áreas de baixa densidade de ocupação. Esta classe conta com 9,25% da área total do município, o que representa 2/3 da área urbana hoje mapeada, se levarmos em conta serem estas áreas alvos primeiros da especulação imobiliária no município, dentro de pouco tempo esses 9,25% se somarão aos 14,77% da classe de áreas urbanas, gerando grande pressão sobre a Orla Marítima, direta e indiretamente.

A classe **herbáceas**, se comparada com o mapeamento de Dantas et al (2009), apresenta uma grande disparidade, mostrando que, provavelmente o que foi considerado como herbáceas no presente trabalho, em Dantas et al (2009) foi considerado como vegetação antropica, demonstrando que são áreas manejadas pelo homem.

### 3.1 Orla Marítima

A análise sobre a Orla Marítima do município é o ponto principal do presente trabalho, uma vez que este é o recorte espacial que diz respeito ao gerenciamento costeiro. É a área que sofre influências diretamente do contato com o mar e o impacta também diretamente. O primeiro passo da análise é observar as classes de uso do solo na Orla Marítima. Esta foi demarcada a partir da linha de praia, que foi delimitada a partir do limite final dos ecossistemas vegetacionais, uma vez que em sensoriamento remoto é uma feição bem marcada, diminuindo o erro associado. Assim, a partir da linha de praia é contado 200m em direção ao continente. Embora esta definição não seja exatamente o que propõe o decreto 5.300/2004, uma vez que este faz distinção entre orlas urbanizadas e orlas não urbanizadas, e propõe limites distintos. Contudo, esta faixa de 200m a partir da linha de praia é área de influência direta e indireta dos processos morfológicos costeiros.

A classe que apresenta maior percentual é a de **vegetação arbustiva**, assim como na análise espacial do município em geral. As classes **solo exposto, nuvens, areia, afloramento rochoso e água** apresentam percentuais de área não significativos, somando pouco mais do que 1% do total de área da orla, como mostra a tabela 2. As classes **afloramento rochoso e areia** tiveram pequenos percentuais de área porque na demarcação da linha de praia utilizou-se como critério o limite final dos ecossistemas vegetacionais, além de esta ter sido demarcada a partir da imagem de satélite, e não do mapa de uso e cobertura do solo.

A classe de áreas urbanas no âmbito de estudo do município apresenta percentual de 14,77%, porém ao compararmos com a tabela 2, que mostra que 33,29% do total da orla marítima é composto por áreas urbanas, podemos concluir que o foco da ocupação urbana é na Orla Marítima, demonstrando que a hipótese de que a urbanização crescente do município está voltada para a orla, sendo este um fator agravante no que diz respeito à conservação dos ecossistemas costeiros.

Tabela 2. Áreas das classes de uso e Cobertura do solo na Orla Marítima.

Classes	Área (ha)	Área parcial
Afloramento rochoso	7,088781	0,79%
Água	3,66526	0,41%
Área antrópica indiscriminada	40,0149	4,46%
Areia	2,09362	0,23%
Herbáceas	56,57128	6,30%
Nuvens	0,0136	0,00%
Solo exposto	0,529443	0,06%
Áreas Urbanas	298,9037	33,29%
Vegetação arbustiva	488,938	54,46%
Não classificado	0,003215	0,00%
<b>TOTAL</b>	<b>897,8218</b>	<b>100,00%</b>

### 4. Conclusão

O gerenciamento costeiro integrado necessita de ferramentas que possam de fato integrar diversas áreas de conhecimento e diversos tipos de dados, para que não se priorize somente um fenômeno espacial, mas tantos quantos impactarem a orla marítima e o bem estar da sociedade. O geoprocessamento e o sensoriamento remoto são ferramentas que atualmente vem sendo utilizadas a fim de subsidiar o GCI, uma vez que permite que vários tipos de dados sejam analisados em seu caráter espacial.

O presente trabalho mostra como o mapa de uso e cobertura do solo pode ajudar na geração e análise de dados, além da identificação de feições. Claro que esta não deve ser a única ferramenta de análise de fenômenos espaciais, o trabalho de campo é fundamental para o reconhecimento de usos e identificação de conflitos, que não podem ser somente visualizados através de imagens de satélites. A evolução temporal dos fenômenos não foi analisada aqui, mas seria de grande valia para identificar áreas de adensamento populacional e áreas urbanização crescente.

Os dados de uso do solo na Orla Marítima do município demonstra a pressão nesta faixa e a necessidade de monitoramento e gerenciamento desses usos, uma vez que esta é uma área sensível de importância ecológica, social e econômica.

## 5. Referências Bibliográficas

- BRASIL, Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Decreto nº 5.300, de 7 de dezembro de 2004*. Brasília, DF, 2004.
- CRUZ, C. B. M, et al. Classificação orientada a objetos no mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica, na Escala 1:250.000. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 13, 2007. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. Artigos, p. 5691-5698. On-line. ISBN: 978-85-17-00031-7. Disponível em <<http://mar.te.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.22.53/doc/5691-5698.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2010.
- DANTAS, H.G.R. *Paisagem e Vegetação do Município de Armação dos Búzios – Rio de Janeiro*. Dissertação de mestrado. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Escola Nacional de Botânica Tropical, 2005.
- DANTAS, H. G. R, LIMA, H.C, BOHRER, C. B. A, Mapeamento da Vegetação e da Paisagem do Município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil. In. **Rodriguesia** nº60, p.25-38, 2009.
- FREIRE, S., SANTOS, T. e TENEDÓRIO, J.A. Recent Urbanization and land use/land cover change in Portugal – the influence of coastline and coastal urban centers. **Journal of Coastal Research**, Special Issue 56, Portugal, p. 1499-1503, 2009.
- HENRIQUES, C. e TENEDÓRIO, J.A. Remote Sensing, GIS Application and Simulation of Coastal Land use Changes Based on Cellular Automata: A Case Study of Maputo. **Journal of Coastal Research**, Special Issue 56, Portugal, p. 1518-1521, 2009.
- IBGE, *Manual técnico de uso da terra*. Manuais técnicos em geociências. 2ª edição, 2006.
- KALLIOLA, R. e LAURILA, L. *Contributing Coastal Zone management by GIS Analyses - the case of Finnish Marine Coast*. **Journal of Coastal Research**, Special Issue 56, Portugal, p. 1233-1236, 2009.
- RODRIGUEZ, I, MONTOYA, I., SANCHEZ, M.J, CARREÑO, F., Geographic Information Systems applied to Integrated Coastal Zone Management. **Geomorphology** 107, p.100-105, 2009.
- SOUTO, R.D., POLETTE, M. e KAMPEL, M. Evaluation of Sustainability Indicators for the Coastal Zone of Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of Coastal Research**, Special Issue 56, Portugal, p. 1311-1315, 2009.