

## Mapeamento do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, RJ

Bernadete da Conceição Carvalho Gomes Pedreira<sup>1</sup>  
Elaine Cristina Cardoso Fidalgo<sup>1</sup>  
Marcelo Bueno de Abreu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Unidade EMBRAPA SOLOS  
Rua Jardim Botânico, 1024 - 22460-000 – Rio de Janeiro - SP, Brasil  
pedreira@cnpq.embrapa.br  
efidalgo@cnpq.embrapa.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – Instituto de Geociências  
Av. Brigadeiro Trompovisk, s.n. - Rio de Janeiro - RJ, Brasil  
buenodeabreu@yahoo.com.br

**Abstract.** This study shows land use and land cover mapping of river Guapi-Macacu basin in Rio de Janeiro State. It was developed using ASTER and CBERS images, and aerial photographs. A digital database was created to gather ancillary secondary data and field survey data. The final map was used for developing the management plan for the Environmental Protection Area in the Guapi-Macacu basin. It also contributes to know land use in the zone of influence of the Petrochemical Complex of Rio de Janeiro State (COMPERJ), that will be constructed in the basin. Therefore, it will change land use dynamic and the demand for natural resources, causing impacts throughout the area. This work aims to emphasize the importance of a digital database with secondary data and field survey data to map land use and land cover using medium resolution images. These data support for checking pattern of some targets, complementing and updating information, and checking the results of visual interpretation.

**Palavras-chave:** CBERS, ASTER, interpretação visual, banco de dados digital, CBERS, ASTER, visual interpretation, digital database.

### 1. Introdução

Diversas instituições de pesquisa e outros órgãos do governo e não-governamentais, além da EMBRAPA SOLOS, sob a coordenação do Instituto Bioatlântica, estabeleceram parceria na execução do Projeto “Entre Serras e Águas: Consolidação do Corredor Central Fluminense através da elaboração do plano de manejo da APA da Bacia do Rio Macacu”, financiado pelo Sub-Programa Projetos Demonstrativos Ambientais PDA, Ministério do Meio Ambiente, Componente Ações de Conservação da Mata Atlântica. O presente estudo é parte integrante desse projeto e mostra como resultado o mapeamento de uso e cobertura da terra da bacia do rio Guapi-Macacu, RJ, o qual subsidiou a elaboração do Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental existente nessa bacia. O mapeamento também agrega informações sobre o uso das terras da área que irá abrigar o Complexo Petroquímico do Estado do Rio de Janeiro (COMPERJ), o que a torna sujeita a uma intensa dinâmica de uso e crescente demanda por recursos naturais existentes, causando impactos em toda a sua zona de influência.

Esse trabalho foi realizado utilizando-se imagens ASTER, CBERS e fotografias aéreas ortorretificadas, manipulados em SIG. É consenso entre diversos autores, dentre os quais, Rosa (2003) que os sistemas de informação geográfica e o uso de geotecnologias aplicadas aos dados de sensoriamento remoto gerados por diferentes sensores são ferramentas de grande relevância para o levantamento, mapeamento e monitoramento e gestão dos recursos naturais existentes em uma determinada área de estudo, como por exemplo, de bacias hidrográficas. Este trabalho buscou integrar dados de sensores remotos, como imagens ASTER e CBERS, com fotografias ortorretificadas para o mapeamento do uso e cobertura da terra. De forma complementar, integrou em ambiente de sistema de informação geográfica dados secundários

de mapeamentos diversos e diversas fontes, e informações obtidas em levantamentos de campo para o refinamento do mapeamento.

As classes mapeadas foram associadas a tipos de vegetação e de cobertura do solo conhecidos e utilizados em estudos, mapeamentos e levantamentos já realizados no Estado do RJ e em outras regiões do país. Isso possibilita uma utilização mais efetiva dos resultados do mapeamento no planejamento ambiental e do uso do solo, incluindo o monitoramento ambiental, a análise para a implantação de políticas de conservação ou restauração de ecossistemas, no estabelecimento de novas unidades de conservação, e também como base para estudos ambientais específicos ou localizados, conforme sugere Bohrer (2003).

Este estudo pretende ressaltar a importância de se recorrer a um banco de dados secundários (bibliográficos e cartográficos) e primários obtidos localmente, através dos trabalhos de campo, para se obter o mapeamento de uma área formada por um grande mosaico de usos e cobertura da terra utilizando sensores de média resolução (ASTER e CBERS).

## 2. Material e Método

A bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu (Figura 1) possui uma área de drenagem aproximada de 1 256 km<sup>2</sup>, abrangendo os municípios de Cachoeiras de Macacu e parte dos municípios de Itaboraí e Guapimirim, situados na porção leste da Baía de Guanabara no Estado do Rio de Janeiro.



Figura 1. Localização da área de estudo.

Para o desenvolvimento do trabalho, foi feito inicialmente a seleção e aquisição das imagens de satélite, sob a forma digital, referentes à área de estudo e o levantamento e organização dos dados secundários disponíveis à época, obtidos de diferentes fontes, que pudessem servir de referência para refinar e dar maior consistência à interpretação visual.

Foram selecionadas três imagens do sensor ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) disponíveis, nas bandas 1, 2 e 3N (VNIR, com resolução de 15 metros) e bandas 4 a 9 (SWIR, com resolução de 30 metros), com nível de processamento 1B nas datas: 29 de março de 2001 (cena 35), 21 de fevereiro de 2002 (cena 16) e 14 de abril de 2002 (cena 37). Também foi utilizada uma imagem do sensor CBERS (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres), nas bandas R(4) G(2) B(1), resolução de 20 metros, com data 07 de agosto de 2005, uma vez que, não havia disponibilidade de imagens ASTER para recobrir toda a área de estudo.

O processamento digital das imagens foi realizado no programa SPRING, desenvolvido pelo INPE (Câmara, 1996). Inicialmente as imagens foram georreferenciadas com base em pontos de controle coletados em cartas do mapeamento sistemático brasileiro na escala 1:50 000 (IBGE, 1971, 1974, 1979a, 1979b, 1983 e BRASIL,1997). Em seguida, as imagens foram recortadas no limite da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu e realizado o mosaico das imagens ASTER adotando a resolução de 15 metros. A resolução da imagem CBERS foi mantida a 20 metros (Figura 2).

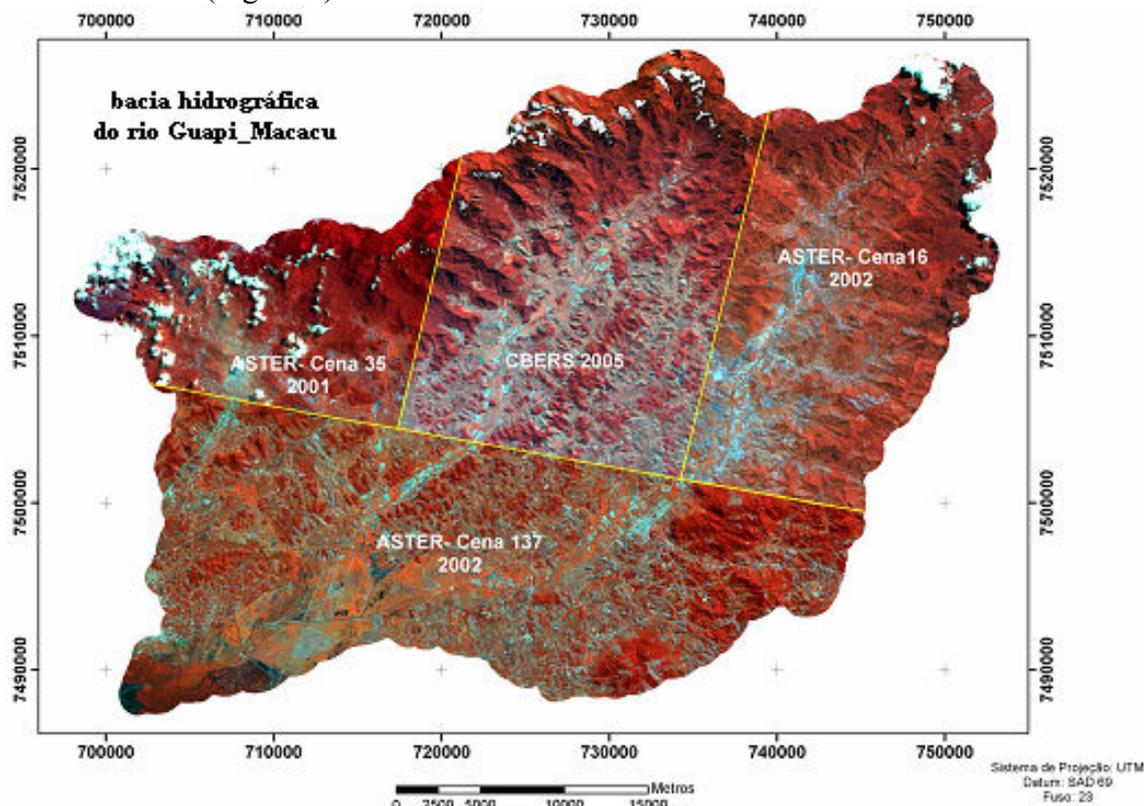


Figura 2. Mosaico formado pelo recorte das imagens que recobrem a área de estudo.

Após terem sido obtidas as imagens, processadas para uso, teve início a análise dos dados auxiliares inventariados e a sua utilização prática, como descrito, a seguir:

Uma vez que as imagens orbitais estavam em escala de semi-detulhe, optou-se por utilizar também fotografias aéreas ortorretificadas (ortofotos) da região de estudo, referentes ao período de 1999 a 2000, provenientes de vôo na escala 1:30.000, e que por estarem em escala 1:10.000, de maior detalhe foram úteis como recurso complementar à interpretação das imagens, dirimindo eventuais dúvidas. As ortofotos, cedidas pela Fundação CIDE, assim como as imagens, foram montadas em mosaico e recortadas pelos limites da bacia do rio Guapi-Macacu.

As bases cartográficas em formato digital (CD ROM), em escala 1: 50.000 (IBGE, 1971, 1974, 1979a, 1979b, 1983 e BRASIL,1997), os limites municipais em formato digital da Malha Municipal Digital do Brasil (IBGE, 2003) e os limites da bacia hidrográfica do rio Macacu fornecidos pela Fundação CIDE foram utilizados como referência para compor o mapeamento do uso e cobertura da terra, bem como serviram de apoio para o reconhecimento da área de estudo e para facilitar o deslocamento e a escolha do percurso nos trabalhos de campo.

Para categorizar os diferentes tipos de cobertura vegetal natural da área de estudo foi seguida a norma estabelecida pela Resolução CONAMA, n° 006, de 04 de maio de 1994, que estabelece os estágios de sucessão ecológica da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. Foi o caso por exemplo, do mapeamento dos campos de altitude, vegetação típica dos

ambientes montanos e alto-montanos. Em virtude da presença de nuvens nas imagens, esse tipo de vegetação foi delimitado tomando-se por base as curvas de nível com cotas a partir de 1.500m de altitude.

Também foram utilizadas como referência para o mapeamento da vegetação natural os mapeamentos em formato digital: Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica no período 1995-2000 (Fundação SOS MATA ATLÂNTICA, 2002); Regiões Fitoecológicas do Mapa de Vegetação (BRASIL, 1983); e o Mapa de Uso e Cobertura do Solo do Estado do Rio de Janeiro, elaborado com imagens ETM+/Landsat-7 de 2001 (Fundação CIDE, 2003).

A bacia do rio Guapi-Macacu abriga unidades de conservação (UC) federais, estaduais e municipal. O mapeamento digital das unidades de conservação IEF (2007) foi sobreposto aos dados para visualização dos seus limites. Além das UCs, a bacia abriga também um sítio arqueológico onde se encontram as ruínas do Convento São Boaventura, tombadas pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional / IPHAN.

No mapeamento elaborado, além das classes mapeadas, foram também espacializados dados pontuais que permitiram a análise dos diversos usos presentes na bacia, tais como: as áreas potencialmente poluidoras representadas pelas indústrias, jazidas de extração mineral, extração de água mineral e outras atividades. Em parte esses dados foram obtidos nos trabalhos de campo, sendo constatados localmente, fotografados e georreferenciados com auxílio de aparelho GPS (*Global Position System*), mas outra parte desses dados foi fornecida pela Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente/ FEEMA e seguem a classificação estabelecida na legislação do Estado do Rio de Janeiro (CECA, 1993). Foram espacializados também, uma área de deposição de lixo em Cachoeiras de Macacu e outra em Itaboraí e a delimitação física do local onde será instalado o Complexo Petroquímico do Estado do Rio de Janeiro (COMPERJ).

Os trabalhos de campo envolveram a visita a um total de 129 pontos amostrais bem distribuídos e representativos da área de estudo. Esses pontos serviram de referência para aferir padrões espectrais de alvos nas imagens, tirar dúvidas de interpretação e conhecer a realidade local. Todos eles foram georreferenciados com o auxílio de aparelho GPS e fotografados. Pela dificuldade de acesso, as áreas mais íngremes e aquelas que constituíam formações mais contínuas de vegetação natural, em sua maioria pertencentes às UCs não puderam ser visitadas.

Por fim, foi finalizada a interpretação visual das cenas orbitais e gerado o mapa de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, sobre o qual foram também representadas graficamente as informações adicionais levantadas a partir dos dados auxiliares e dos trabalhos de campo.

### **3. Resultados e Discussão**

Com relação à interpretação visual das cenas dos sensores ASTER e CBERS mesmo em escala de semi-detalle, foi possível a separação de diferentes padrões de respostas espectrais dos alvos de interesse do estudo, como pode ser observado no exemplo apresentado na Figura 2, referente ao mapeamento de classes de vegetação natural.

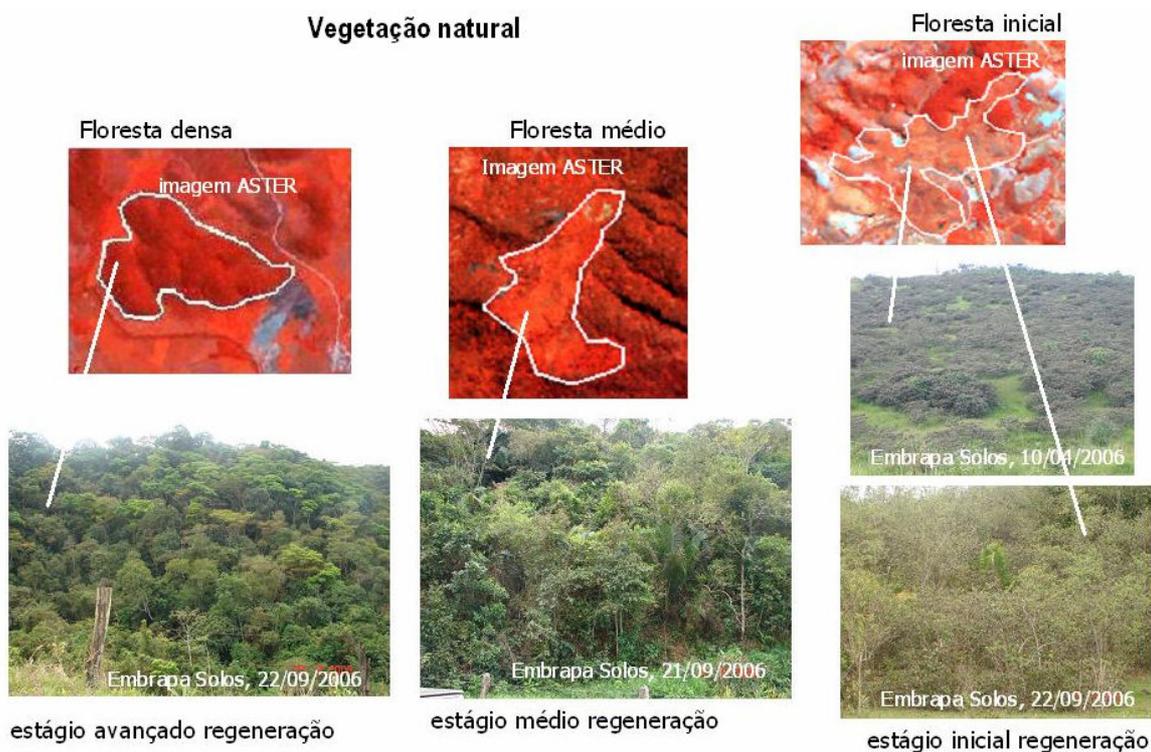


Figura 3. Da esquerda para a direita: exemplos de padrões observados na composição colorida formada pelas bandas 3N (R), 1 (G), 2 (B) do satélite ASTER, cenas 35, 16 e 137 correspondentes aos locais de ocorrência de vegetação em estágio avançado, médio e inicial de regeneração na área de estudo, com as respectivas fotos obtidas nos trabalhos de campo.

O mapa de uso e cobertura da terra (Figura 4) obtido mostra que na bacia hidrográfica em estudo há predomínio de áreas de pastagem, seguido pela vegetação natural em estágio avançado de regeneração (floresta densa), ocupando, respectivamente, 43,6% e 42,4% da sua área total.

A vegetação natural aparece concentrada nas partes mais altas do relevo, em fragmentos maiores e contínuos e nas baixadas, recobrimo morros e morrotes sob a forma de fragmentos menores; enquanto que as pastagens ocupam as baixadas e/ou recobrem os morros. Para o reconhecimento de três estágios sucessionais da vegetação (inicial, médio e avançado) em alguns trechos da área de estudo houve muita dificuldade, mesmo para sua identificação em campo, devido à ocorrência de diferentes estágios presentes em forma de mosaico.

O manguezal concentra-se na foz do rio Macacu, na confluência da bacia do rio Macacu com a baía da Guanabara, constituindo Área de Preservação Permanente (APP) e está incluído na Área de Proteção Ambiental de Guapimirim e na Estação Ecológica da Guanabara.

As áreas de produção agrícola estão concentradas ao longo de rodovias e rios principais, em locais de mais fácil acesso, e nas baixadas, em geral, cultivadas com olerícolas. No levantamento de campo também foi possível identificar muitas áreas ocupadas com fruticultura. Porém a resolução das imagens não permitiu identificar os cultivos anuais e perenes, que geralmente ocupam pequenas glebas, sendo todas as áreas agrícolas reunidas em uma mesma classe. Também há casos de áreas ocupadas com fruticultura cujo padrão nas imagens confunde com pastagem. Esse é o caso dos cultivos de coco.

Áreas sujeitas a alagamento sazonal (campos inundáveis), constituídas por vegetação arbustiva ou herbácea natural da região ou introduzida, como exemplo, a taboa (*Typha domingensis*), também foram identificadas.

Há, também, áreas onde a cobertura vegetal foi removida, deixando o solo exposto. Esse padrão ocorre em áreas preparadas para plantio, em áreas degradadas devido às atividades minerárias ou devido aos processos erosivos.

Áreas em elevadas altitudes, com predominância de rochas expostas, em que a vegetação encontra-se ausente ou ocorre em pequena densidade e apresenta porte baixo quando existente, constituem os afloramentos rochosos, sendo delimitados no mapeamento.

A interpretação visual das imagens, complementada com a interpretação visual das ortofotos permitiram ainda delimitar as áreas urbanizadas presentes na bacia.

Todas as informações complementares, como por exemplo, os locais de mineração, locais de deposição de lixo, área destinada ao COMPERJ, dentre outras, provenientes de informações secundárias e do levantamento de campo realizado, foram representadas de forma georreferenciada no mapa de uso e cobertura.

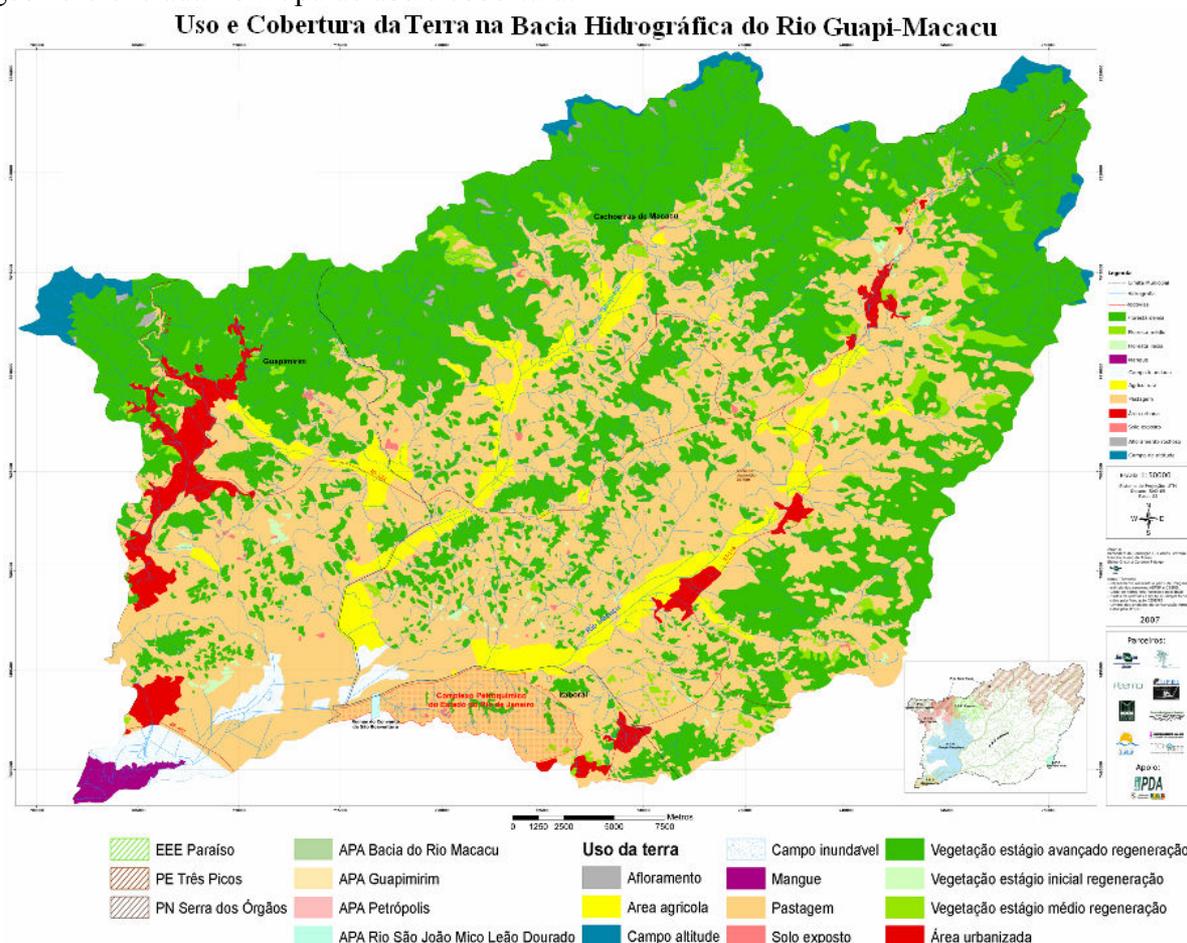


Figura 4. Mapa de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, RJ, elaborado originalmente em escala 1:50 000.

#### 4. Conclusões

Mesmo com as limitações inerentes às imagens orbitais utilizadas, sobretudo devido à escala espacial, o mapeamento realizado permitiu identificar e delimitar as diferentes classes que compõem o mosaico de uso e cobertura da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu. Porém, este resultado só foi possível, devido ao levantamento, formação e utilização de um banco de dados digitais, em que foram reunidos diversos dados secundários auxiliares, e à realização de um trabalho de campo intensivo. Essas informações integradas serviram de apoio para aferir padrões espectrais das imagens, sanar dúvidas de interpretação, fornecer

informações atualizadas e, assim, validar a interpretação visual e tornar o mapeamento mais consistente com a realidade do meio físico observada em campo.

## Referências Bibliográficas

ABRAMS, M.; HOOK, S. **ASTER User Handbook**, Jet Propulsion Laboratory/Califórnia Institute of Technology. Work was performed under contract to the National Aeronautics and Space Administration. Washington. EUA. 2002

BRASIL. Diretoria de Serviço Geográfico. **Rio Bonito**: folha SF-23-Z-B-V-2 MI-2746/2. 5. ed. Rio de Janeiro, 1997. Carta topográfica na escala 1:50.000.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**: folhas SF.23/24. Rio de Janeiro/Vitória: geologia: geomorfologia: pedologia: vegetação: uso potencial da terra. Rio de Janeiro, DNPM, 1983. v.32. Inclui 6 mapas.

CECA (Brasil). Deliberação nº 2.842 de 16 de março de 1993. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 12 de maio de 1993.

Câmara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M.; Garrido, J. **SPRING**: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. \*Computers & Graphics\*, v.20, n.3, p.395-403, May-Jun. 1996.

CONAMA (Brasil). Resolução nº 06 de 04 de Maio de 1994. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 de maio de 1994a. Disponível em: <<http://www.fagaf.com.br/conama.htm>>. Acesso em: 05 dez. 2006.

Fundação CIDE. **Mapa de uso e cobertura do solo**: Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003. Escala 1:50.000.

Fundação Instituto Estadual de Florestas (Rio de Janeiro). **Mapa de unidades de conservação**: Estado do Rio de Janeiro: agosto, 2002. Disponível em: <<http://www.ief.rj.gov.br/unidades/mapa/mapaucs.htm>>. Acesso em: 12 fev. 2007.

Fundação SOS Mata Atlântica. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**: período 1995-2000. São Paulo, 2002. 47 p. Edição conjunta com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

IBGE. **Carta do Brasil**. Rio de Janeiro, 1971. Escalas 1:100.000 e 1:50.000.

IBGE. **Itaboraí**: folha SF-23-Z-B-V-1. 2. ed. Rio de Janeiro, 1979a. Escala 1:50.000. Carta topográfica.

IBGE. **Itaipava**: dados digitais da carta topográfica na escala 1:50.000. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/#sub\\_download](http://www.ibge.gov.br/home/#sub_download)>. Acesso em 12 fev. 2007. Os dados foram publicados sob forma impressa em 1974.

IBGE. **Malha municipal digital do Brasil**: situação em 2001. Rio de Janeiro, 2003. v. 2. 1 CD-ROM.

IBGE. **Nova Friburgo**: folha SF-23-Z-B-II-4. Rio de Janeiro, 1974. Escala 1:50.000. Carta topográfica.

IBGE. **Petrópolis**: folha SF-23-Z-B-IV-2. 2. ed. Rio de Janeiro, 1979b. Escala 1:50.000. Carta topográfica.

IBGE. **Teresópolis**: folha SF-23-Z-B-II-3 MI-2716-3. 2. ed. Rio de Janeiro, 1983. Escala 1:50.000. Carta topográfica.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **SPRING**: manual do usuário. São José dos Campos: INPE. 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manuais.html>>. Acesso em: 01 nov. 2004.

PEDREIRA, B. C. C. G.; FIDALGO, E. C. C.; ABREU, M. B. 2007. **Proposta de legenda para o mapeamento do Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Macacu**. Dados eletrônicos. Série Documentos n. 91. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 5ª ed., Uberlândia. Ed. Universidade Federal de Uberlândia, 2003.