

***Mapeamento do Uso Atual e Cobertura Vegetal dos Solos do Estado do Rio de Janeiro***



**República Federativa do Brasil**

*Luís Inácio Lula da Silva*

Presidente

**Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

*Roberto Rodrigues*

Ministro

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa**

**Diretoria Executiva da Embrapa**

*Clayton Campanhola*

Diretor-Presidente

*Mariza Marilena Tanajura Luz Barbosa*

*Gustavo Kauark Chianca*

*Herbert Cavalcante de Lima*

Diretores Executivos

**Embrapa Solos**

*Doracy Pessoa Ramos*

Chefe Geral

*Maria Aparecida Sanches Guedes*

Chefe Adjunto de Administração

*Celso Vainer Manzatto*

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Solos  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1678-0892

Dezembro, 2003

## ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 22***

### **Mapeamento do Uso Atual e Cobertura Vegetal dos Solos do Estado do Rio de Janeiro**

Maria de Lourdes Mendonça-Santos

Patrícia Duringer Jacques

Maurício Rizzato Coelho

Jorge Pimentel

Humberto Gonçalves dos Santos

Patrícia Almeida

Érika Leão de Aquino Barbosa

Thomaz Corrêa e Castro da Costa

Ronan Magalhães Ávila

Edgar Shinzato

Paulo César M. Pereira de Azevedo Branco

Rio de Janeiro

2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Solos**

Rua Jardim Botânico, 1024 Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ

Fone: (21) 2274.4999

Fax: (21) 2274.5291

Home page: [www.cnps.embrapa.br](http://www.cnps.embrapa.br)

E-mail (sac): [sac@cnps.embrapa.br](mailto:sac@cnps.embrapa.br)

**Supervisor editorial:** *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

**Revisor de texto:** *André Luiz da Silva Lopes*

**Normalização bibliográfica:** *Cláudia Regina Delaia*

**Tratamento de ilustrações:** *Rafael Simões Bodas Fernandes*

**Edição eletrônica:** *Rafael Simões Bodas Fernandes*

**1ª edição**

1ª impressão (2003): 300 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

---

Mapeamento do uso atual e cobertura vegetal dos solos do Estado do Rio de Janeiro / Maria de Lourdes Mendonça-Santos... [et al.]. - Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2003. 44 p.. - (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 22)

ISSN 1678-0892

1. Solo - Mapeamento - Brasil - Rio de Janeiro. 2. Solo - Uso - Brasil - Rio de Janeiro. 3. Solo - Cobertura Vegetal - Brasil - Rio de Janeiro. I. Santos-Mendonça, Maria de Lourdes. II. Jacques, Patrícia Düringer. III. Coelho, Maurício Rizzatto. IV. Pimentel, Jorge. V. Santos, Humberto Gonçalves dos. VI. Almeida, Patrícia. VII. Barbosa, Érika Leão de Aquino. VIII. Costa, Thomaz Corrêa e Castro da. IX. Ávila, Ronan Magalhães. X. Shinzato, Edgar. XI. Branco, Paulo César M. Pereira de Azevedo. XII Embrapa Solos (Rio de Janeiro). VI. Série.

---

CDD (21.ed.) 634.956

© Embrapa 2003

# Sumário

<b>Resumo</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	7
<b>Introdução</b> .....	9
<b>Material e Métodos</b> .....	10
Pré-Processamento das Imagens .....	10
Interpretação e Classificação das Imagens .....	12
Verificação de Campo .....	14
Edição .....	15
<b>Resultados e Discussão</b> .....	18
Mata Atlântica .....	19
Mangue .....	21
Restinga .....	23
Pecuária .....	25
Reflorestamento .....	27
Agricultura .....	27
Solo Exposto .....	28
Corpo d'Água .....	28
Afloramento de Rocha .....	29
Salina .....	29
Extração de Areia/Mineração .....	30
Praia e Duna .....	30
Área Urbana .....	31
<b>Conclusões</b> .....	32
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	33
<b>Anexo</b> - Mapa de Uso Atual e Cobertura Vegetal dos Solos do Estado do Rio de Janeiro (1:250.000).....	37

# Mapeamento do Uso Atual e Cobertura Vegetal dos Solos do Estado do Rio de Janeiro

---

*Maria de Lourdes Mendonça-Santos<sup>1</sup>*

*Patrícia Düringer Jacques<sup>2</sup>*

*Maurício Rizzato Coelho<sup>1</sup>*

*Jorge Pimentel<sup>1</sup>*

*Humberto Gonçalves dos Santos<sup>1</sup>*

*Patrícia Almeida<sup>2</sup>*

*Érika Leão de Aquino Barbosa<sup>2</sup>*

*Thomaz Corrêa e Castro da Costa<sup>1</sup>*

*Ronan Magalhães Ávila<sup>2</sup>*

*Edgar Shinzato<sup>2</sup>*

*Paulo César M. Pereira de Azevedo Branco<sup>2</sup>*

## Resumo

O conhecimento do uso atual e cobertura do solo é imprescindível em qualquer projeto de caracterização e monitoramento ambientais, permitindo demarcar os diferentes usos da terra e vegetação, bem como subsidiar o planejamento e gestão ambientais. O presente trabalho abrange a totalidade do Estado do Rio de Janeiro, compreendido entre os meridianos 41° e 45° de longitude Oeste e os paralelos 20° 30' e 23° 30' de latitude Sul, estendendo-se por aproximadamente 44.000 km<sup>2</sup>. Tem como objetivo inventariar e mapear o estado atual da ocupação dos solos, distinguindo e quantificando os principais tipos de uso do solo e de cobertura vegetal, apresentados numa escala generalizada de 1:250.000. Para tal, fez-se um mapeamento preliminar com base nos padrões espectrais das imagens de satélite Landsat ETM7 +, cedidas pela EMATER-RJ, utilizando-se de diferentes algoritmos de classificação espectral. Durante a elaboração da versão final do Mapa de Uso Atual e Cobertura Vegetal dos Solos do Estado do Rio de Janeiro, foram viagens

---

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024. Rio de Janeiro, RJ. CEP: 22460-000.  
E-mail: sac@cnps.embrapa.br.

<sup>2</sup> Pesquisador da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM.

de verificação *in situ* a fim de esclarecer dúvidas e subsidiar ajustes e modificações posteriores. O trabalho de pré-processamento, interpretação e classificação das imagens para a produção e edição final do Mapa de Uso Atual e Cobertura Vegetal realizou-se no período de março de 2002 a fevereiro de 2003, pelas equipes técnicas da CPRM (Serviço Geológico Brasileiro), Divisão de Geoprocessamento–DIGEOP, Departamento de Informações Institucionais (DEINF) e o Laboratório de Geoinformação da Embrapa Solos. Foram identificadas e mapeadas 13 grandes classes de uso e ocupação do solo, algumas delas subdivididas em tipos, assim classificadas e distribuídas: 1 – Mata Atlântica (Remanescente/Secundária e Ciliar); 2 – Mangue (Mangue e Mangue Degradado); 3 – Restinga; 4 - Pecuária (Pastagem Plantada e Campo/Pastagem em Zona Úmida); 5 – Agricultura; 6 – Reflorestamento; 7 – Afloramento de Rocha; 8 – Solo Exposto; 9 – Corpo d’Água; 10 – Salina; 11 – Extração de Areia/Mineração; 12 – Praia e Duna; 13 – Área Urbana.

**Palavras chave:** Uso Atual, Interpretação de imagem, Sensoriamento Remoto, Landsat, Rio de Janeiro.

# Current Land Use and Vegetation Cover of the Soils of Rio de Janeiro State

---

## Abstract

Knowledge of the current use and vegetation cover of the soil is indispensable for environmental characterization projects, allowing to delineate different land uses, providing subsidies to environmental planning and administration. Additionally, allowing the monitoring of temporary changes in space as to uses of the soil, mainly the ones of anthropic nature. This work cover the total area of Rio de Janeiro State, located between 41° and 45° WG and 20° 30' and 23° 30' S, comprehending approximately 44,000 km<sup>2</sup>. It has as objective the inventorying and mapping the current occupation of the soils, distinguishing and quantifying the main types of land use and vegetation cover, presented in a generalized scale of 1:250.000. For such purpose was made a preliminary mapping based in the soil spectral patterns of the Landsat ETM7 + images, granted by EMATER-RJ, and different algorithms of spectral classification. For the elaboration of the final version of the Land Use Map and Vegetation Covering of the Soils of the State of Rio de Janeiro, it was necessary several field trips for "in situ", checking to resolve doubts and to subsidize further adjustments and modifications. The preliminary work-processing, interpretation and classification of the images production and final editing of the map was accomplished in the period of March 2002 to February 2003, by the technical team of CPRM (Brazilian Geological Service), Division of Geoprocessing - DIGEOP, Department of Institutional Information (DEINF) and the Laboratory of Geoinformation of EMBRAPA Solos. Thirteen (13) land use and occupation classes were identified and mapped, a few classes were subdivided in types, as follows: 1 - Atlantic forest (Remnants / Second growth,

Riparian); 2 - Mangrove (Mangrove, Degraded Mangrove); 3 – Sandbank Forest; 4 – Live Stock (Planted Pasture, Grassland/Pasture in Humid Zone); 5 - Agriculture; 6 - Reforesting/Forestry; 7 – Rock Outcrop; 8 – Bare soil; 9 – Water body; 10 – Salt-mine; 11 – Sand pit and Mining; 12 - Beach and Dune; 13 - Urban Suburban Area.

**Key Words:** Land Use/Land Cover, Image Interpretation, Remote Sensing, Landsat, Rio de Janeiro.

## Introdução

O mapeamento do uso atual e cobertura vegetal do solo, bem como o monitoramento de sua dinâmica, são etapas essenciais para a melhor compreensão dos padrões e processos de mudanças ambientais. Essas informações também subsidiam estudos mais detalhados sobre evolução de ecossistemas (Mendonça-Santos *et al.*, 1997; Mendonça-Santos, 1999; Mendonça-Santos & Claramunt, 2001), dinâmica de sucessão de vegetação e mudanças de biomassa (Alves *et al.*, 1997), seqüestro de carbono e outros, para fins de planejamento e manejo sustentado dos recursos naturais.

O mapeamento e o monitoramento do uso do solo e da cobertura vegetal têm sido facilitado através do uso de produtos de sensores remotos (Campbell 1987; Quattrochi & Pelletier, 1991; Mulders, 1987; Loveland *et al.*, 1999), devido ao aspecto multiespectral e à possibilidade de se ter uma visão geral da paisagem, possibilitando o mapeamento de grandes áreas e/ou de áreas de acesso restrito, de maneira mais rápida, a um custo relativamente baixo e com maiores possibilidades de uso do produto final, principalmente quando integrados aos Sistemas de Informação Geográfica (S.I.G.) e à tecnologia GPS (Global Positioning System). No entanto, existe uma lacuna no que diz respeito a estimativas globais e regionais de mudanças no uso das terras (IPCC, 2000).

O Estado do Rio de Janeiro, por estar inserido na área de domínio de Mata Atlântica, vem sendo monitorado desde 1990, em intervalos regulares de 5 anos, por meio do projeto empreendido pela organização não governamental S.O.S. Mata Atlântica em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O *Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica* (<http://www.sosmataatlantica.org.br>) é o resultado deste projeto. O primeiro mapeamento, em 1990, foi produzido na escala 1:250.000 utilizando sobreposições de imagens Landsat 5 TM em papel, sendo o mais recente, datado de 2000, produzido na escala 1:50.000, com imagens digitais Landsat 7 ETM+. Esta evolução permitiu a redução da menor área mapeada de 25 para 10 ha. No entanto, as classes de mapeamento identificadas naquele trabalho atendem apenas a finalidade de monitorar a vegetação natural e não o uso atual dos solos no domínio da Mata Atlântica.

O presente documento é parte integrante do projeto *“Quantificação da magnitude, distribuição espacial e dinâmica do carbono orgânico nos solos do Estado do Rio*

*de Janeiro, usando técnicas de modelagem quantitativa, SIG<sup>1</sup> e Base de Dados*, financiado pela FAPERJ. Seu objetivo é inventariar e mapear o estado atual da ocupação dos solos, distinguindo e quantificando os principais tipos de uso e cobertura vegetal do Estado do Rio de Janeiro, a fim de subsidiar estudos sobre seqüestro de carbono nos solos.

## Material e Métodos

A área estudada está compreendida entre os meridianos 41° e 45° de longitude oeste e os paralelos 20° 30' e 23° 30' de latitude sul, estendendo-se por aproximadamente 44.000 km<sup>2</sup> e abrangendo todo o Estado do Rio de Janeiro (Figura 1). Compreende 89 Folhas Planialtimétricas do IBGE, escala 1:50.000, bem como 7 Folhas na escala de 1:250.000 (Folhas Rio de Janeiro, Volta Redonda, Ilha Grande, Macaé, Campos, Cachoeiro de Itapemirim e Juiz de Fora).

Para o desenvolvimento do trabalho, foram utilizadas imagens de satélite Landsat ETM7+ (Enhanced Thematic Mapper) cedidas pela EMATER-RJ, correspondentes às seguintes órbitas-pontos: 216\_074, 216\_075, 216\_076, 217\_075, 217\_076, 218\_075 e 218\_076. As cenas de órbita 216 estão localizadas na Zona 24 e as de órbita 217 e 218 na Zona 23. As cenas foram imageadas entre os meses de agosto de 1999 e março de 2001. O trabalho de pré-processamento, interpretação e classificação das imagens para a produção e edição final do Mapa de Uso Atual e Cobertura Vegetal foi realizado no período de março de 2002 a junho de 2003, utilizando-se o software ENVI (ENVI, 2001) e, posteriormente o ERDAS (ERDAS IMAGINE, 2001), v. 8.5, pelas equipes técnicas da CPRM (Serviço Geológico Brasileiro), Divisão de Geoprocessamento – DIGEOP, Departamento de Informações Institucionais (DEINF) e do Laboratório de Geoinformação da Embrapa Solos.

### Pré-Processamento das Imagens

Na fase de pré-processamento das imagens, fez-se a fusão da banda pancromática (banda 8) com as bandas multi-espectrais 1R,2G,3B e depois com as bandas 4R,5G,7B, a fim de que todas as bandas multi-espectrais passassem a ter 15 metros de resolução espacial (tamanho do pixel). O método utilizado foi o de transformação IHS, que consiste na transformação de uma imagem RGB em uma IHS (Kruse & Raines, 1984). A banda de maior resolução, no caso a banda 8,

---

1 Sistemas de Informação Geográfica.

reamostra automaticamente as outras bandas através de técnicas estatísticas como a do vizinho mais próximo, bilinear ou convolução cúbica e depois transforma as bandas novamente para o espaço de cores RGB. A técnica de reamostragem utilizada no trabalho foi a do vizinho mais próximo, pois é a que manteve o valor do pixel mais próximo, não modificando os valores originais da imagem.

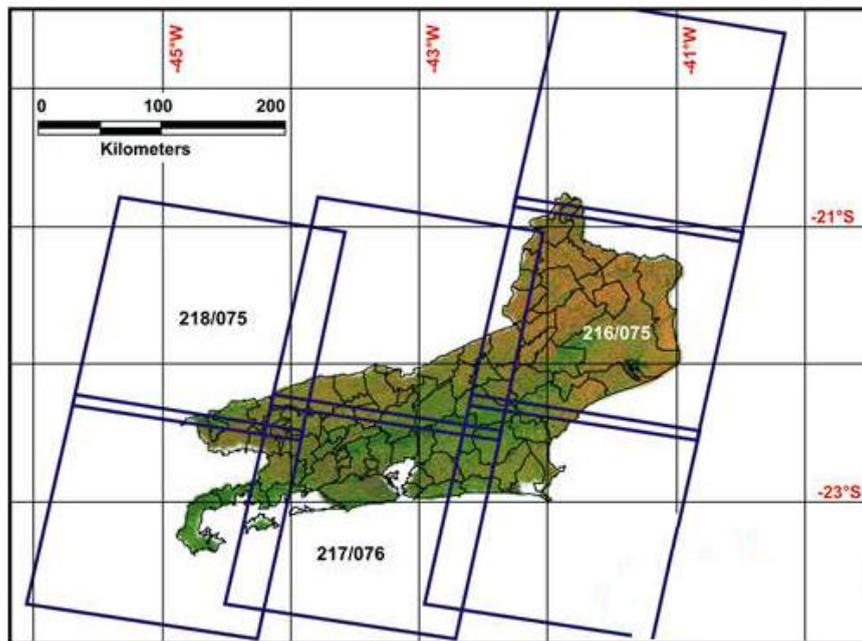


Fig. 1 – Localização da área de estudo (Estado do Rio de Janeiro) e das cenas Landsat ETM7+.

Em seguida, as cenas das imagens foram corrigidas geometricamente, uma a uma, de acordo com seus respectivos meridianos centrais, na projeção UTM. Para isso foram utilizados os vetores de drenagens e de estradas integrantes do Projeto Rio de Janeiro (Dantas *et al.*, 2000). Através deles foram retirados pontos de controle correlacionados com a imagem. A partir destes pontos foi aplicada a função de correção geométrica da imagem, utilizando o algoritmo do vizinho mais próximo, que segundo Crosta (1992), é o método mais adequado para a aplicação da classificação, pois preserva o valor do nível de cinza dos *pixels*.

Posteriormente, as imagens foram reprojctadas, passando-se da Projeção UTM para a Projeção Lambert Conformal Cônica (projeção oficial do Estado do Rio de Janeiro), a fim de possibilitar a montagem do mosaico do Estado, para a qual foram utilizados os seguintes parâmetros cartográficos:

Esferóide	South America 1969
Datum	SAD-69
Latitude do 1º paralelo padrão	- 20°39'59''
Latitude do 2º paralelo padrão	- 23°19'59''
Longitude do Meridiano central	- 45°
Latitude da projeção de origem	- 19°30'
Meridiano central do falso Leste	0
Falso Norte de origem	0

A etapa seguinte consistiu na montagem e realce do mosaico das cenas que compõem a área de estudo. Este foi constituído por cenas obtidas em diferentes anos, o que acarretou em diferenças de tonalidade entre as imagens, mesmo tratando-se das mesmas bandas, as quais não receberam nenhum tipo de tratamento. Além disso, devido ao fato de que a área de estudo compreende as zonas 23 e 24, as imagens dessas zonas também apresentavam diferença de tonalidade, o que dificultou a montagem do mosaico. Para minimizar esses problemas, fez-se a equalização dos histogramas de ambas as zonas. Ainda assim, o resultado final não ficou perfeito, o que dificultou a classificação automática supervisionada, para a qual foram necessários maior número de "training sites" para cada classe, maior trabalho de verificação em campo e escritório (pós-classificação) para a edição final do mapa.

### **Interpretação e Classificação das Imagens**

A classificação foi realizada utilizando-se a combinação das 6 bandas (1,2,3,4,5 e 7), sendo que, posteriormente, para os trabalhos de verificação de campo, utilizou-se a composição 543 nos canais RGB. Essa combinação tem se mostrado adequada

para o mapeamento de unidades de paisagem e Uso Atual dos Solos (INPE, 1996; Almeida Filho *et al.*, 1998; Costa, 1999).

Dada a experiência da equipe na realização de outros trabalhos de mapeamento de uso atual e cobertura vegetal do solo (Mendonça-Santos & Brown, 1993; Dantas *et al.* 2000.; Embrapa Solos, 2000; Embrapa Solos, 2001), partiu-se desse conhecimento prévio e optou-se por uma classificação supervisionada, testando-se alguns dos algoritmos disponíveis no software ENVI (2001).

Para a classificação supervisionada, faz-se necessário a coleta de amostras ou áreas de treinamento (*training sites*), representativas de cada classe temática identificada na imagem a partir do conhecimento prévio da área de estudo. A interpretação visual do mosaico a fim de estabelecer as classes temáticas e as áreas de treinamento correspondentes, foi baseada em vários elementos das imagens, como, cor, forma, tamanho, textura, conhecimento da área, etc. Por exemplo, pode-se determinar, com o conhecimento da resposta espectral dos elementos nas bandas utilizadas e alguma informação da área em questão, classes como água, áreas urbanas e floresta, desenhando-se *áreas de treinamento* para cada uma delas, em áreas onde a assinatura espectral da referida classe é bastante típica. A resposta espectral de um objeto vai depender da maneira pela qual esse objeto reflete, emite ou absorve a energia eletromagnética. Assim então, é possível identificar e separar os objetos através da análise de suas assinaturas espectrais.

Os algoritmos usados para a classificação supervisionada permitem separar todos os pixels com características espectrais semelhantes e agrupá-los em uma determinada classe. Em outras palavras, o processo de classificação vai separar todas as classes *espectralmente* distintas em uma imagem. Neste estudo, testou-se três algoritmos dos disponíveis no software ENVI (2001), como a Máxima Verossimilhança, Paralelepípedo e Distância de Mahalanobis. Após os testes exploratórios dos algoritmos supracitados, optou-se pelo método do Paralelepípedo, que, neste estudo, permitiu uma melhor separação dos pixels com características espectrais semelhantes e resultou numa melhor definição das feições da paisagem. Como resultado desse procedimento, obteve-se a imagem classificada com base nas amostras coletadas ou "*training sites*". Nessa imagem, o valor de cada pixel não representa mais as classes espectrais originais da imagem, mas a classe que foi atribuída aos correspondentes "*training sites*". O trabalho subsequente foi o de visualização e análise da classificação realizada, com base em feições conhecidas e comparando-se a imagem classificada com a composição colorida.

### Verificação de Campo

Em seguida, para que a verificação de campo pudesse ser efetuada com maior precisão, fez-se o recorte do mosaico em folhas na escala 1:50.000, as quais foram impressas em papel (imagem classificada e composição colorida 543 nos canais RGB). Esse material foi levado a campo pela equipe, em diversas viagens pelo Estado do Rio de Janeiro, para verificação da acurácia da classificação e, principalmente, das dúvidas que ocorrem em toda classificação automatizada, principalmente entre classes que possuem resposta espectral similar (p. ex. agricultura e pastagem). Durante os trabalhos de campo, percorreu-se regiões do Estado, seguindo o roteiro discriminado na Tabela 1, verificando-se a classificação do uso atual e cobertura vegetal dos solos, registrando-se com GPS as coordenadas dos pontos amostrados. Os locais visitados para averiguação do uso e cobertura vegetal encontram-se registrados na Figura 2.

**Tabela 1** – Locais de verificação *in situ* da Classificação de Uso Atual e Cobertura Vegetal dos Solos do Estado do Rio de Janeiro; período e número de pontos observados.

Viagem/ Região	Período	Número de pontos observados
Vale do Paraíba	29/05/2002 a 31/05/2002	63
Região dos Lagos	12/06/2002 a 14/06/2002	72
Noroeste Fluminense	18/11/2002 a 29/11/2002	136
Santa Cruz/Campo Grande	30/04/2002	16
Norte Fluminense I	15/07/2002 a 18/07/2002	124
Norte Fluminense II (Rio-Macacé)	13/09/2002	27
<b>Sul do Estado</b>	<b>09/10/2002 a 10/10/2002</b>	<b>44</b>
<b>TOTAL</b>	-	<b>482</b>

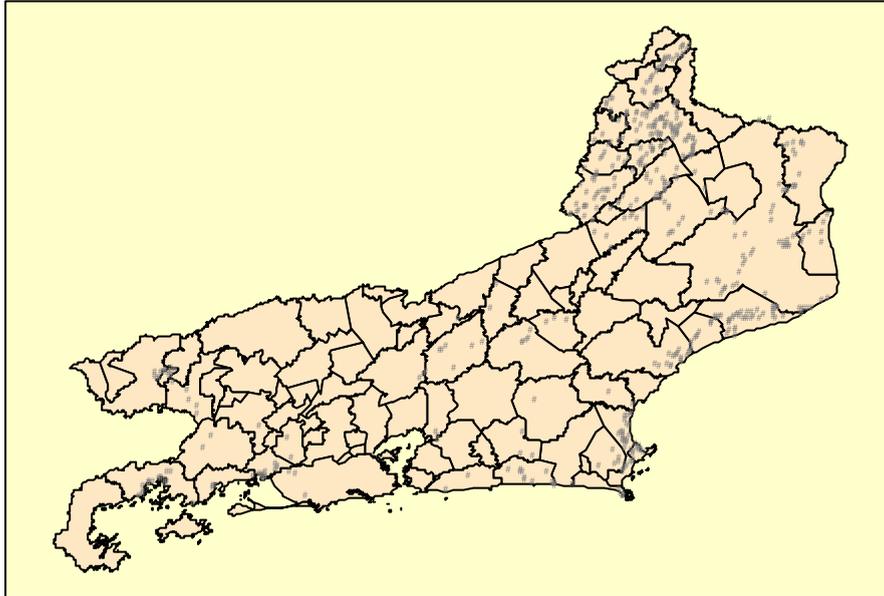


Fig. 2 – Pontos de verificação *in situ* da Classificação do Uso Atual e Cobertura Vegetal do Estado do Rio de Janeiro.

## Edição

Diversos tipos de “erros de classificação” podem ser verificados em imagens processadas automaticamente, mesmo quando uma cuidadosa amostragem dos “*training sites*” é realizada. Esses “erros” são inerentes ao processo de classificação, devendo ser posteriormente editados e corrigidos. Tais “erros” podem resultar de diversos fatores que atuam conjuntamente durante a etapa de processamento da classificação supervisionada. A topografia, por exemplo, é responsável por áreas de sombra, cujas assinaturas espectrais mascaram algumas áreas de pasto que, assim, ficam atribuídas à classe mata. Igualmente, alguns afloramentos de rocha capeados por cobertura pouco espessa de gramíneas foram classificados como pastagem ou mesmo solo exposto. Áreas alagadas ou várzeas úmidas foram confundidas com áreas de mangue não degradado ou corpos d’água. Isso acontece freqüentemente, desde que as classes possuam resposta espectral similar, como é o caso também entre agricultura (em alguns estágios de crescimento) e pastagem.

A seguir, encontram-se listados os principais fatores que dificultaram o reconhecimento das classes em algumas partes da imagem:

- **Heterogeneidade:** algumas classes apresentavam pixels bastante heterogêneos como é o caso da agricultura e do uso urbano. A classe agricultura, dependendo da cultura e do ciclo de cultivo, apresenta diferentes respostas espectrais. Na região de Campos, muitas vezes o solo arado era confundido com solo exposto e quando a cana-de-açúcar estava no estágio inicial de crescimento era visualmente interpretada como pastagem. O uso urbano também podia ter seus aterros e parques confundidos por solo exposto e pastagem respectivamente.
- **Similaridade das respostas espectrais:** determinados alvos foram erroneamente classificados por apresentarem níveis de cinza próximos aos de outras classes. Como, por exemplo, áreas de mata, de reflorestamento e de mata ciliar.
- **Dimensão dos alvos:** alguns alvos de pequenas dimensões, sobretudo em relevo acidentado, não foram detectados. Essa limitação é notável principalmente nos pequenos cultivos localizados na região serrana, nos afloramentos de rocha e solo exposto.
- **Capinarana de altitude:** os afloramentos de rocha muitas vezes foram mascarados e confundidos com pastagem devido a uma pequena cobertura de gramíneas em suas superfícies.
- **Sombras:** algumas classes presentes principalmente nas regiões de relevo acidentado, podem estar classificadas erroneamente como pastagem. Este fato pode ocorrer em regiões onde há sombras na imagem e que não foram visitadas em campo.

Assim, fazem necessárias a edição e correção dessas áreas mal classificadas, tomando por base o conhecimento dos técnicos e, principalmente, verificações *in situ*, realizadas especificamente para consolidar os resultados obtidos no processo de classificação, a fim de dirimir dúvidas, fazer eventuais correções e preparar a edição final do mapeamento. Uma verificação detalhada do mapa editado foi realizada com base nas anotações de campo utilizando-se imagens impressas em base cartográfica 1:50.000, a fim de corrigir eventuais “erros” que ainda persistiam. Em seguida, o Mapa de Uso Atual e Cobertura Vegetal do Solo foi filtrado, utilizando-se um filtro do tipo CLUMP. Este filtro utiliza os valores de mediana para aglutinar os pixels isolados, suavizando, desta maneira, a imagem. Na edição final, houve ainda necessidade de utilizar o filtro peneira de 3x3 pixels e, posteriormente, de 5x5 pixels, a fim de eliminar os ruídos da classificação. Finalmente, calculou-se a área absoluta de cada uma das classes, assim como sua área relativa.

A finalização da edição deu-se pela adequação da legenda de cores para a paleta proposta pelo IBGE (IBGE,1999), bem como pela montagem do *layout* cartográfico no software ArcGis (ESRI). Ressalta-se que o trabalho de campo foi realizado em base cartográfica 1:50.000 para a confecção do Mapa de Uso e Cobertura Vegetal do Estado, na escala 1:250.000.

## Resultados e Discussão

Com base na interpretação das imagens de satélite Landsat ETM7+ e posterior verificação de campo, 13 Grandes Classes e 6 tipos dominantes de uso e cobertura vegetal dos solos foram identificadas, as quais encontram-se caracterizados a seguir. A Tabela 2 mostra a extensão e distribuição geográfica das diferentes classes e tipos de uso e cobertura vegetal dos solos no Estado.

**Tabela 2** - Extensão e distribuição das classes e tipos de uso e cobertura vegetal dos solos do Estado do Rio de Janeiro.

Classe	Tipo	Área absoluta (km <sup>2</sup> )	Área relativa (%)
1. Mata Atlântica	Remanescente/Secundária	12.408,87	28,33
	Ciliar	161,95	0,37
2. Mangue	Mangue	157,26	0,36
	Mangue degradado	42,10	0,10
3. Restinga		555,89	1,27
4. Pecuária	Pastagem Plantada	23.985,85	54,78
	Campo/Pastagem em Zona Úmida	1.753,25	4,00
5. Agricultura		1.363,80	3,12
6. Reflorestamento		38,33	0,09
7. Afloramento de Rocha		20,69	0,05
8. Solo Exposto		7,59	0,02
9. Corpo d'Água		952,86	2,18
10. Salina		47,96	0,11
11. Extração de areia/Mineração		2,57	0,01
12. Praia e Duna		69,59	0,16
13. Área Urbana		2.210,17	5,05
<b>TOTAL</b>		<b>43.778,73</b>	<b>100,00</b>

## **Mata Atlântica**

A Mata Atlântica encontra-se sobre longa cadeia de montanhas que ocorre paralela ao oceano Atlântico, desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul. Sua área nuclear ocorre nas serras do Mar e da Mantiqueira, abrangendo os estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo. Ela também é típica no Estado de Santa Catarina, onde ocupa 2/3 da superfície (Rizzini *et al.*, 1988). De uma maneira geral, a floresta Atlântica pode ocorrer desde o nível do mar até aproximadamente três mil metros de altitude, perfazendo uma grande variabilidade de ambientes, de acordo com a variação de clima, altitude e solo, do que resulta uma grande diversidade de espécies, sendo muitas endêmicas (RIO DE JANEIRO, 2000a e 2000b). Segundo Rizzini *et al.* (1988), a Mata Atlântica é dividida em dois tipos básicos: a Floresta Pluvial Montana (ocorre entre 800 e 1.500 a 1.700 m de altitude) e a Floresta Pluvial Baixo-Montana (ocorre entre 300 e 800 m de altitude). Da Mata Atlântica que cobria cerca de 97% do Estado na época da colonização, hoje resta apenas cerca de 17%, segundo dados da Fundação SOS Mata Atlântica (<http://www.sosmataatlantica.org.br>)

No presente trabalho, a Classe Mata Atlântica foi subdividida em dois tipos:

### ***Mata Atlântica Remanescente/Secundária (MR/MS)***

Inclui-se nessa classe, os remanescentes florestais primários da Mata Atlântica e a vegetação secundária arbórea. Dentre os remanescentes florestais primários, destacam-se (IBGE, 1992): Floresta Ombrófila Densa ou Floresta Pluvial Tropical; Floresta Ombrófila Mista ou Floresta Pluvial Subtropical; Floresta Estacional Semidecidual ou Floresta Estacional Pluvial Tropical. Considerou-se matas secundárias aquelas formadas através do processo de regeneração natural e/ou reflorestamento com espécies nativas, correspondendo às fases de sucessão natural “capoeira” propriamente dita e “capoeirão. A classe Mata possui dossel fechado, compacto e aspecto homogêneo (Figura 3). Sua assinatura espectral é facilmente detectável com relação às outras classes, aparecendo na coloração verde intensa na composição estudada (Bandas 543, nos canais RGB). Inicialmente esses dois tipos foram amostrados (“training sites”) separadamente, mas considerando a dificuldade de distinção espectral entre os dois e, considerando ainda que a Mata Atlântica remanescente no Estado do Rio de Janeiro é ela mesma, em boa parte, fruto de regeneração natural e reflorestamento com espécies nativas (Pádua, 2002), resolveu-se juntar as duas ocorrências neste tipo de uso, além de pequenas porções de áreas reflorestadas, que não foram perfeitamente individualizadas, principalmente se feitas com espécies nativas.

O tipo Mata Remanescente/Secundária (**MR/MS**) estende-se por 12.408,87 km<sup>2</sup>, o que representa 28,33% da área total do Estado.



Fig. 3 - Mata Atlântica remanescente em áreas utilizadas com pastagens extensivas. Em geral, apenas os topos de morros e grotas, em relevos montanhosos e escarpados, ainda preservam a vegetação original. Município de Macaé, RJ.

### ***Mata Ciliar (MC)***

A Mata Ciliar é também conhecida como mata de galeria ou ripária. É um subtipo da Mata Atlântica e inclui as florestas higrófilas de várzeas que bordejam os rios, igarapés e outros cursos d'água, protegendo-os (Figura 4). Em geral, nestas áreas predominam os solos das classes dos Gleissolos e Neossolos Flúvicos. Sua conservação é muito importante para a sustentabilidade do ecossistema como um todo, fazendo objeto de leis específicas, conforme pode ser verificado na página do IBAMA (<http://www.ibama.gov.br/>). A assinatura espectral das Matas Ciliares são caracterizadas pela textura lisa, aparecendo na cor verde clara na combinação 5R, 4G, 3B. Ocupa aproximadamente 162 km<sup>2</sup>, o que representa 0,37% da área total do Estado.



Fig. 4 - Floresta higrófila de várzea bordejando o rio Dourado, município de Macaé, RJ. No primeiro plano, observa-se a utilização mais comum da área: pastagem plantada em áreas inundáveis e utilizadas para a criação de bufalinos para corte. No segundo plano, vista parcial do morro de São João.

## Mangue

Os manguezais ou mangue é um tipo de vegetação litorânea que constitui um dos mais típicos ecossistemas tropicais de grande importância ecológica e geológica nas regiões estuarinas, restringindo-se aos meios salobros, em solos salinos e tiomórficos (Gleissolos predominantemente), caracterizando-se como ambiente de transição entre o meio aquático e o terrestre (Rizzini *et al.*, 1988; RIO DE JANEIRO, 2000b). Compreende a vegetação litorânea que ocorre na faixa entre marés (situada entre o ponto mais baixo da maré baixa e o ponto mais alto da maré alta). Apresenta alta densidade de indivíduos com pouca diversidade de espécies vegetais, em comparação a outros sistemas, como as florestas tropicais. Isto se explica por dois fatores ambientais de adaptação, que limitam e especializam a vegetação dos mangues: o conteúdo de sal e a carência de oxigênio. As principais adaptações das plantas de mangue são as raízes - escoras do mangue vermelho (*Rhizophora mangle*), as lenticelas (estruturas que permitem a entrada de oxigênio nas raízes), a viviparidade, a esclerofilia e as glândulas excretoras de sal (Rizzini *et al.*, 1988).

No Estado do Rio de Janeiro, predominam a *Rhizophora mangle*, a *Avicennia schaueriana* e a *Laguncularia racemosa*, que ocorrem associadas às *Hibiscus pernanbucensis* (hibisco-do-mangue), *Acrostichum aureum* (samambaia-do-brejo), *Spartina alterniflora* (capim-paraturá) e *Dalbergia ecastophylla* (RIO DE JANEIRO, 2000a). Em contraste com a baixa diversidade florística, os manguezais são considerados um dos mais produtivos ecossistemas do mundo, devido à grande quantidade de matéria orgânica em suas águas, funcionando como início de diversas cadeias alimentares costeiras (RIO DE JANEIRO, 2000b), além de abrigarem uma grande diversidade de fauna.

A vegetação de mangue encontra-se normalmente em estreita associação com os Apicuns, os quais colonizam as topografias mais altas do mangue, sendo porém inundados quando das marés de sizígia ou de chuvas intensas. O apicum pode localizar-se em meio ao bosque de mangue ou em área transicional entre este e outros ambientes. Pode apresentar espécies herbáceas ou arbustivo-arbóreas típicas de manguezal (RIO DE JANEIRO, 2000b). Os principais manguezais/apicuns do estado localizam-se nas bordas das baías de Guanabara e Sepetiba, ocorrendo de modo mais restrito no litoral sul do estado, ao longo da baía de Angra dos Reis e Ilha Grande. A pressão antrópica vem causando o assoreamento e o aterramento dos mangues, principalmente à medida que nos distanciamos do litoral, tendo como conseqüência a degradação do mangue. A água salgada vai sendo gradualmente eliminada, e a vasa mole vai se transformando em lama dura, até que se transforme em solo. Paralelamente, a vegetação também vai se modificando, até alcançar o estágio florestal. Isolado do mar e aterrado, importantes áreas de mangue do estado do Rio de Janeiro vêm se transformando em zonas periurbanas. Por essa razão, separou-se neste trabalho, a classe mangue em:

### ***Mangue (MG)***

Ocupa aproximadamente 160 km<sup>2</sup>, representando cerca de 0,4 % da área total do Estado.

### ***Mangue degradado (MGd)***

Esta classe ocupa aproximadamente 42 km<sup>2</sup>, representando 0,10% da área total do Estado.

## Restinga

Rizzini *et al.* (1988) definem restinga em pelo menos três acepções, das quais a primeira é a mais adequada ao âmbito deste trabalho: “Conjunto de formações vegetais que revestem as areias litorâneas, desde o oceano até as primeiras encostas da Serra do Mar”. As restingas abrigam a vegetação típica e mais rica da vegetação arenícola marítima, já que mangues, dunas e antedunas são basicamente cosmopolitas tropicais. O substrato das restingas é formado por sedimentos arenosos transportados e depositados pelo mar, os quais são muito afetados pela ação do vento e das águas marinhas, os quais vão influir na vegetação. Essas áreas compreendem ambientes diferenciados, tais como: cordões de areia, brejos, dunas, antedunas, além de lagoas intermitentes e permanentes. A vegetação que se desenvolve ao longo desses cordões arenosos apresenta-se nas formas arbórea, arbustiva e herbácea (Figura 5).

No Estado do Rio de Janeiro, as principais áreas de ocorrência dessa vegetação são os extensos cordões arenosos localizados a nordeste do estado, no trecho entre Barra de Itabapoana e Macaé, bem como na Região dos Lagos (Lagoas de Araruama e Maricá), no município de Quissamã (Reserva de Jurubatiba) e na Restinga da Marambaia, que desenvolvem-se em áreas predominantemente de solos do tipo Espodosolos. Encontram-se remanescentes nas APAs de Marapendi, de Grumari, das Tabebuias e das Brisas; também encontram-se alguns remanescentes de restinga no Bosque da Barra e no Parque Chico Mendes, nos entornos das Pedras de Itaúna, Pedra da Panela, morros dos Rangel, Urubu, Portelo, Cantagalo e Amorim, além de fragmentos isolados na Baixada de Jacarepaguá (RIO DE JANEIRO, 2000a).

A classe restinga ocupa 55,89 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 1,27% da área total do Estado.

Segundo dados da Fundação S.O.S Mata Atlântica, no período entre 1985 e 1990, houve uma diminuição equivalente a 3,59% das áreas de restinga, devido ao aumento da especulação imobiliária e à expansão da agropecuária. Atualmente, está ocorrendo expressiva substituição da vegetação de restinga, principalmente da forma arbustiva, pelas pastagens (pecuária) e mais recentemente, pela plantação de coco irrigado, como é comum na região de Quissamã (Figura 6). A Restinga da Marambaia ainda se mantém protegida desse processo por ser área militar.



Fig. 5 – Restinga arbustiva nativa da Reserva de Jurubatiba, município de Quissamã, RJ.



Fig. 6 – Coqueiral irrigado em zona de Restinga e detalhes do coco em produção (Quissamã, RJ).

## **Pecuária**

Refere-se a sistemas de criação de gado, dividindo-se em duas atividades básicas, no que se refere ao gado bovino: a pecuária de corte e a pecuária leiteira (IBGE, 1999). Esta classe pode encontrar-se em sistemas de criação extensivo, semi intensivo e intensivo, com finalidade de corte e leite e com diferentes níveis de manejo associados. No âmbito deste trabalho, mapeamos as pastagens implantadas (quaisquer sistemas de produção e níveis de manejo) e os campos e pastagens de zonas úmidas, também utilizados para a pecuária.

### ***Pastagem Plantada***

Este tipo de uso da terra corresponde a áreas que sofreram intervenção antrópica, transformando a vegetação natural e/ou áreas agrícolas e outras, em pastagem plantada com gramíneas (*Brachiaria*, capim colômbio e outros), em geral, com algum tipo de manejo simples. Quando a pastagem não é bem manejada (correção do solo, pastoreio, declividade do terreno) ou é abandonada, ocorre uma regeneração natural de plantas ditas “invasoras”, formando os chamados “pastos sujos” e, posteriormente, as capoeiras em sua fase inicial (“capoeirinha” e “capoeira rala”). Muitas vezes, ocorre também que esses pastos foram implantados em áreas inaptas que, associadas a um manejo inadequado, formam os conhecidos “pastos degradados”, muito comuns em todo o Estado e, principalmente no nas regiões norte e noroeste (Figura 7). Nestas, predomina a branquiária (*Brachiaria* spp), quase sempre de baixa qualidade, devido a práticas inadequadas de manejo e a baixa fertilidade natural dos solos, resultando numa produção de aproximadamente 3 kg de leite/vaca/dia.

Atualmente, este tipo de uso ocupa grande parte da superfície do Estado (23.985,85 km<sup>2</sup>), ou seja, 54,78% da área total, ocorrendo, predominantemente, em solos das classes dos Latossolos, Argissolos e Cambissolos.



Fig. 7 – Pastagem degradada, característica do noroeste e norte fluminense. Município de Campos, RJ, Bacia do Imbé. Foto: Rodrigo Ferraz.

### ***Campo/Pastagem em Zona Úmida***

Corresponde às áreas com vegetação predominantemente herbácea, incluindo os diferentes tipos de campos: limpos, sujos e de várzea, os quais, estão geralmente associados aos solos das classes dos Gleissolos e Neossolos Flúvicos. Também estão incluídas as áreas de baixada ocupadas com pastagens implantadas e/ou melhoradas (Figura 4). Esse tipo de uso principalmente ao longo das várzeas e planícies de inundação dos rios, como o São João, Macaé, Una, Guandu e outros; ocorre ainda em áreas planas, baixas e sazonalmente alagadas próximas a lagos e lagunas em processo de colmatação, como nas proximidades das lagoas de Maricá e Feia. Estão também incluídas neste tipo de uso, as áreas de mangue que foram transformadas em pastagens, além de pequenas áreas de fundo de vale recobertas com Gramíneas e Ciperáceas, como ocorre na região do vale do Paraíba do Sul.

Atualmente, ocupa aproximadamente 1.753 km<sup>2</sup>, o que representa 4,0% da área total do estado.

## Reflorestamento

A classe reflorestamento possui reflectância espectral semelhante a da mata remanescente, aparecendo com coloração verde escuro nas bandas 543 nos canais RGB, mas podendo ser distinguida desta pela forma e textura, tal como confirmadas por viagens de campo. As áreas reflorestadas mapeadas nesta classe, são constituídas de espécies exóticas tais como Eucaliptus e Pinus. A área total desta classe foi certamente subestimada no presente mapeamento, devido à sua semelhança com a classe Mata Atlântica. Assim, diversas áreas de reflorestamento de pequena dimensão que não foram perfeitamente individualizadas, foram englobadas no uso Mata remanescente.

As áreas de reflorestamento ocupam aproximadamente 38,3 km<sup>2</sup>, o que representa 0,09% da área total do estado.

## Agricultura

A agricultura é uma atividade com pouca expressão no Estado, tanto em termos de área quanto em valor da produção, representando apenas 1% do PIB fluminense (Furtado, 1998). Esta atividade distribui-se desde áreas de relevo plano até ondulado, nas baixadas e encostas de menor declives, em solos das classes dos Latossolos, Argissolos, Cambissolos e Neossolos. O principal produto agrícola cultivado é a cana-de-açúcar, representando, aproximadamente, 80% da produção agrícola do estado, seguido das olerícolas, com 15%, e, por último, as culturas do café, milho, feijão e fruticultura que, juntas, correspondem aos 5% restantes.

A baixada campista concentra a quase totalidade das áreas agrícolas no Estado do Rio de Janeiro, com o predomínio da cana-de-açúcar e, mais recentemente, com a fruticultura (Figura 8), devido aos incentivos e ao mercado existente para o agronegócio. A região serrana do entorno da cidade do Rio de Janeiro, principalmente nos trechos que ligam as cidades de Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo, sendo considerada como polo de produção agrícola do estado, destaca-se pelo cultivo de produtos hortigranjeiros e de fruticultura temperada, como, por exemplo, o caqui, que coloca o estado do Rio de Janeiro como segundo maior produtor nacional (Oliveira *et al.*, 1996).

Atualmente, a classe agricultura ocupa 1.363,80 km<sup>2</sup>, o que representa apenas 3,12% da área total do estado.



Fig. 8 – Cultivo de abacaxi no município de Campos dos Goytacazes, RJ.

### **Solo Exposto**

Esta classe corresponde às áreas onde toda a cobertura vegetal do solo foi removida pelo uso antrópico, definitiva ou temporariamente. Estão incluídos nesta classe as áreas erodidas pelo processo de voçorocamento, as áreas com deslizamentos de terra associados às chuvas intensas, as áreas degradadas por manejo agrícola inadequado, conduzindo à diminuição da fertilidade natural do solo e, conseqüentemente, da cobertura vegetal, as áreas de extração mineral e os aterros. As áreas de solo arado/gradeado e recém-colhido, que constituem etapas do ciclo agrícola, apesar de pertencerem por definição à classe Solo Exposto, foram reclassificadas para a classe Agricultura, por questões óbvias. Foram mapeados 7,59 km<sup>2</sup> da classe Solo Exposto, o que representa 0,02% da área total do estado.

### **Corpo d'Água**

Esta classe abrange as lagoas, as lagunas, reservatórios, rios e baías. Tendo em vista a limitação na resolução espacial das imagens de satélite, que após a fusão ficaram com 15m, somente foram mapeados corpos d'água de expressiva extensão, como, por exemplo, os rios Paraíba do Sul, São João e Guandu; as represas Ribeirão das Lages, Juturnaíba e Funil e as lagoas Feia, Araruama, Saquarema, Maricá, Jaconé e Rodrigo de Freitas.

Esta classe ocupa aproximadamente 953 km<sup>2</sup>, o que representa cerca de 2,2 % da área total do estado.

### **Afloramento de Rocha**

Esta classe encontra-se mais concentrada na Serra dos Órgãos e no Maciço Alcalino de Itatiaia. Alguns afloramentos não foram identificados na classificação, devido ao reduzido tamanho do afloramento ou pelo ângulo de passagem do satélite ao imagear determinada região e principalmente, devido à cobertura pouco espessa de gramíneas (os campos de altitude) que via de regra, colonizam os afloramentos rochosos, gerando um padrão de pastagem. Devido a esses fatores, esta classe encontra-se assim, subestimada. Foram mapeados apenas o correspondente a 20,69 km<sup>2</sup>, o que representa 0,05% da área total do estado.

### **Salina**

A classe Salina foi facilmente identificada no processo de classificação, seja pela sua coloração em tons azuis, seja, principalmente, pelo seu padrão retangular bem definido que é delineado pelos tanques de evaporação (Figura 9). No Estado do Rio de Janeiro, as salinas concentram-se principalmente no trecho entre Araruama e Cabo Frio, sendo que a produção de sal marinho nessa área confere ao estado a posição de segundo maior produtor do país. A área de salinas no Estado corresponde a aproximadamente 48 km<sup>2</sup>, o que representa 0,11 % da área total.



**Fig. 9** - Salina com seus tanques de evaporação em padrão retangular, facilmente identificáveis nas imagens de satélite. Município de Cabo Frio, RJ.

### **Extração de Areia/Mineração**

A classe Extração de areia/Mineração concentra-se, principalmente, ao longo das várzeas e planícies de inundação dos rios Guandu e São João (em áreas de Neossolos Quartzarênicos e outros solos com camada superficial arenosa, como os Planossolos) bem como em trecho de restinga nas proximidades da cidade de Macaé (em solos da classe dos Espodossolos). A extração é feita em diversas cavas quase coalescentes as quais conferem um padrão geométrico bem característico. As cavas formam pequenos lagos com diferentes níveis de turbidez das águas. Essa classe concentra-se principalmente no município de Itaguaí (em Seropédica) e na Região dos Lagos (em Barra de São João). Atualmente, esta classe ocupa aproximadamente 2,6 km<sup>2</sup>, o que representa cerca de 0,01% da área total do estado.

### **Praia e Duna**

Praias são depósitos sedimentares do Quaternário, mais comumente arenosos, acumulados pela ação de ondas que, por apresentarem mobilidade, ajustam-se às condições de ondas e marés, adaptando-se à fisiografia do ambiente. As praias são vizinhas do mar e sujeitas à inundação pelas marés altas, sem plantas instaladas (Rizzini *et al.*, (1988). No Estado do Rio de Janeiro, essas áreas ocorrem ao longo de todo o litoral, em faixas estreitas, bem como nas lagoas costeiras (Araruama, Saquarema, etc.) e, em menor escala, junto aos terrenos cristalinos.

Já sem influência marinha direta, as dunas encontram-se adentradas no continente, em terreno mais elevado que as praias, na chamada região de “morros de areia”, que possuem tamanhos variados (Figura 10). Formadas pela ação eólica, ocorrem em faixas sobre as restingas e a costa continental. Durante o dia, a brisa sopra do mar para o continente, levando e depositando areia dessecada; a brisa noturna possui direção contrária e, por não possuir a mesma eficácia de arrasto (porque a areia encontra-se mais pesada pela ação do sereno), a areia acumula-se no interior, formando as dunas (Rizzini *et al.*, 1988).

A porção inicial das dunas, em geral, não possui vegetação. São as chamadas dunas móveis. Na direção do interior, a vegetação vai se instalando e se adensando sobre a areia, gerando as dunas fixas, cobertas de plantas lenhosas.

Essas áreas ocupam aproximadamente 69,6 km<sup>2</sup>, o que representa 0,16 % da área total do estado.



Fig. 10 - Dunas na região litorânea e sob forte influência antrópica. Município de Cabo Frio, RJ.

## Área Urbana

Compreende áreas em que a vegetação natural foi modificada pelo homem, para fins de construção. Nesta classe, destaca-se a área urbana residencial, a área urbana comercial e de serviços, a área urbana industrial, os complexos industriais e comerciais, as áreas urbanas de uso misto e as áreas periurbanas consolidadas e em consolidação (favelas).

A assinatura espectral dessa classe aparece originalmente com textura fina, formas geométricas bem definidas (retângulos, quadrados, linhas retas, etc.), em diferentes tons de rosa (reflectância do solo, em diferentes níveis de exposição).

Vale ressaltar que a detecção das áreas urbanas foi limitada pela resolução espacial das imagens (15m). Portanto, pequenas cidades ou vilas podem ter tido suas áreas subestimadas e mesmo, não detectadas. Ocupa aproximadamente 2.210 km<sup>2</sup>, o que representa cerca de 5,0 % da área total do Estado. A maior concentração urbana localiza-se na região metropolitana do Rio de Janeiro, subdividida em 30 regiões administrativas, integrando mais de 18 municípios.

## Conclusões

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto integradas aos Sistemas de Informação Geográfica (S.I.G) na confecção do mapa de uso e cobertura do solo do estado do Rio de Janeiro demonstraram-se satisfatórias, em virtude, principalmente, do tempo de confecção e economia de viagens ao campo, visto que uma parte da equipe tinha um bom conhecimento prévio do estado.

Algumas classes foram de fácil reconhecimento na imagem, como: Salina, Restinga, Praia e Duna, Extração de Areia/Mineração, Mangue degradado e Não Degradado e Corpo d'Água. Estas classes apresentam características singulares nas imagens de satélite (seja pelo padrão ou pelas bandas utilizadas). As classes Agricultura, Mata Atlântica Remanescente/Secundária, Mata Ciliar, Reflorestamento, Pastagem Plantada, Campo/Pastagem em Zona Úmida, Afloramento de Rocha, Solo Exposto e Área Urbana foram mais difíceis de serem identificadas. Muitas vezes, algumas destas se confundiam, ou então, devido ao sombreamento, não podiam ser identificadas.

O produto deste trabalho, o Mapa de Uso Atual e Cobertura Vegetal dos Solos, será utilizado em análises posteriores no decorrer do projeto *“Quantificação da magnitude, distribuição espacial e dinâmica do carbono orgânico nos solos do Estado do Rio de Janeiro, usando técnicas de modelagem quantitativa, SIG e Base de Dados”*, como um dos fatores de formação dos solos, contribuindo com informações para a modelagem do Seqüestro de Carbono nos solos. Além desse uso para o qual foi produzido, o mapa e as informações produzidas neste trabalho poderão ser utilizadas por outros estudos e pesquisas que estão em desenvolvimento ou que venham a ser desenvolvidas no Estado do Rio de Janeiro, bem como para subsidiar políticas de planejamento ambiental e reorganização da ocupação de suas terras.

## Agradecimentos

À Fundação Carlos Chagas de Apoio à Pesquisa (FAPERJ) pelo apoio financeiro ao Projeto Temático E-26/171.360/2001 (EMBRAPA SEP 01.2002.202), intitulado *“Modelagem da magnitude e distribuição espacial do Carbono Orgânico do Estado do Rio de Janeiro, usando técnicas quantitativas, SIG e Base de Dados”* e à EMATER-RJ pela cessão das imagens de satélite LANDSAT 7 TM.

## Referências Bibliográficas

ALMEIDA FILHO, R.; NASCIMENTO, P. S. R.; BATISTA, G. T. **Avaliação de técnicas de segmentação e classificação de imagens landsat-TM no mapeamento do uso do solo na Amazônia.** Acta Amazônica, Manaus, v. 28, n. 1, p. 41-54, 1998.

ALVES, D. S.; SOARES, J. V.; AMARAL, S.; MELLO, E. M. K.; ALMEIDA, S. A. S.; SILVA, O. F.; SILVEIRA, A. M. **Biomass of primary and secondary vegetation in Rondônia, Western Brazilian Amazon.** Global Change Biology, Oxford, v. 3, p. 451-561, 1997.

CAMPBELL, J. B. **Introduction to remote sensing.** New York: The Guilford, 1987. 551 p.

COSTA, T. C. C. **Avaliação de estratégias para classificação de imagens orbitais em mapeamento de uso e cobertura da terra.** 109 f. 1999. Tese - Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto.** Campinas: UNICAMP/Instituto de Geociências, 1992. 169 p.

DANTAS, M. E.; SHINZATO, E.; MEDINA, A. I. M.; SILVA, C. R.; PIMENTEL, J. V.; LUMBRERAS, J. F.; CALDERANO, S. B. **Dignóstico geoambiental do Estado do Rio de Janeiro.** Brasília: CPRM, 2000. Cd-rom.

EMBRAPA SOLOS. **Relatório Técnico do Projeto S.O.S. Taquari.** Rio de Janeiro, 2000. Anexo 10. PRODETAB no. 093/98-01.

EMBRAPA SOLOS. **Estudos pedológicos e suas relações ambientais.** Relatório Técnico do Projeto de Gestão Ambiental Integrado do Estado do Amazonas Rio de Janeiro, 2001. 157 p.; cap. 3. Contrato IPAAM/Embrapa Solos nº 25100.99/003-2.

ENVI. **The environment for visualizing images.** Version 3.5, October 8. Colorado: Research Systems, 2001. Disponível em: <http://www.ResearchSystems.com/envi>. Acesso em: 17 out. 2003.

ERDAS IMAGINE. Version 8.5, ERDAS : Atlanta Georgia, 2001.

FURTADO, J. M. **Hora da retomada. Exame**, São Paulo, n. 664, p. X-XX, 1998.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro, 1999. 58 p. (Série Manuais Técnicos. Geociências, n. 7)

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92 p. (Série Manuais Técnicos. Geociências, n. 1)

INPE. **PRODES**: assessment of deforestation in Brazilian Amazônia. São José dos Campos, 1996. 49 p.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Land-use, land-use change, and forestry: special report**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 1 v.

KRUSE, F. A.; RAINES, G. L. A technique for enhancing digital color images by contrast stretching in Munsell color space. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 3. 1984, Colorado. **Proceedings...** Thematic Conference. Colorado: Environmental Research Institute of Michigan, 1984. p. 755-773.

LOVELAND, T. R.; ZHU, Z.; OHLEN, D. O.; BROWN, J. F.; REED, B. C.; YANG, L. M. An analysis of the IGBP global land-cover characterization process. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Falls Church, VA, v. 65, n. 9, p.1021-1032, 1999.

MENDONÇA-SANTOS, M. L.; BROWN, I. F. Interpretação de imagens de satélite e de fotografias aéreas para mapeamento e monitoramento do uso da terra em duas comunidades do Rio Capim - Paragominas – Pará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7. = BRAZILIAN REMOTE SENSING SYMPOSIUM, 7., 10-14 maio 1993, Curitiba, PR. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1993. v.2. p.188 – 191.

MENDONÇA-SANTOS, M. L. **GIS and spatio-temporal modelling for the study of alluvial soil and vegetation evolution**. 1999. 144 p. PhD Thesis, n.1989, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland.

MENDONÇA-SANTOS, M. L.; CLARAMUNT, C. An integrated landscape and local analysis of land cover evolution in an alluvial zone. **Computers, Environment and Urban Systems**, Netherlands, v. 25, p. 557-577, 2001.

MENDONÇA-SANTOS, M. L.; GUENAT, C.; THEVOZ, C.; BUREAU, F.; VEDY, J-C. Impacts of embanking on the soil-vegetation relationships in a floodplain ecosystem of a pre-alpine river. **Global Ecology and Biogeography Letters**, England, v. 6, p. 339-348, 1997.

MULDERS, M. A. **Remote sensing in soil science**. [New York]: Elsevier Sc. Publishers, 1987. 379 p.

OLIVEIRA, F. B.; VAITSMAN, D. S.; PEREZ, D. V.; MENEGUELLI, N. do A.; MATTA, A. P. Estudos preliminares sobre a composição química do *Diospyros kaki* L. da região serrana do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 36. São Paulo, SP. **Resumos...** São Paulo: Associação Brasileira de Química, 1996. p.13-15.

PÁDUA, J. A. **Um sopro de destruição**-pensamento político e crítica ambiental no Brasil escravista (1786-1888). Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2002. 318 p.

QUATTROCHI, D. A.; PELLETIER, R. E. Remote sensing for analysis of landscape: an introduction. In: TURNER, M. G. (Ed.) **Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity**. New York: Springer-Verlag, 1991. p. 51-76.

RIO DE JANEIRO. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Mapeamento e caracterização do uso das terras e cobertura vegetal no município do Rio de Janeiro entre os anos de 1984 e 1999**. Rio de Janeiro, 2000a. 75 p.

RIO DE JANEIRO. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Manguezais do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2000b. 94 p.

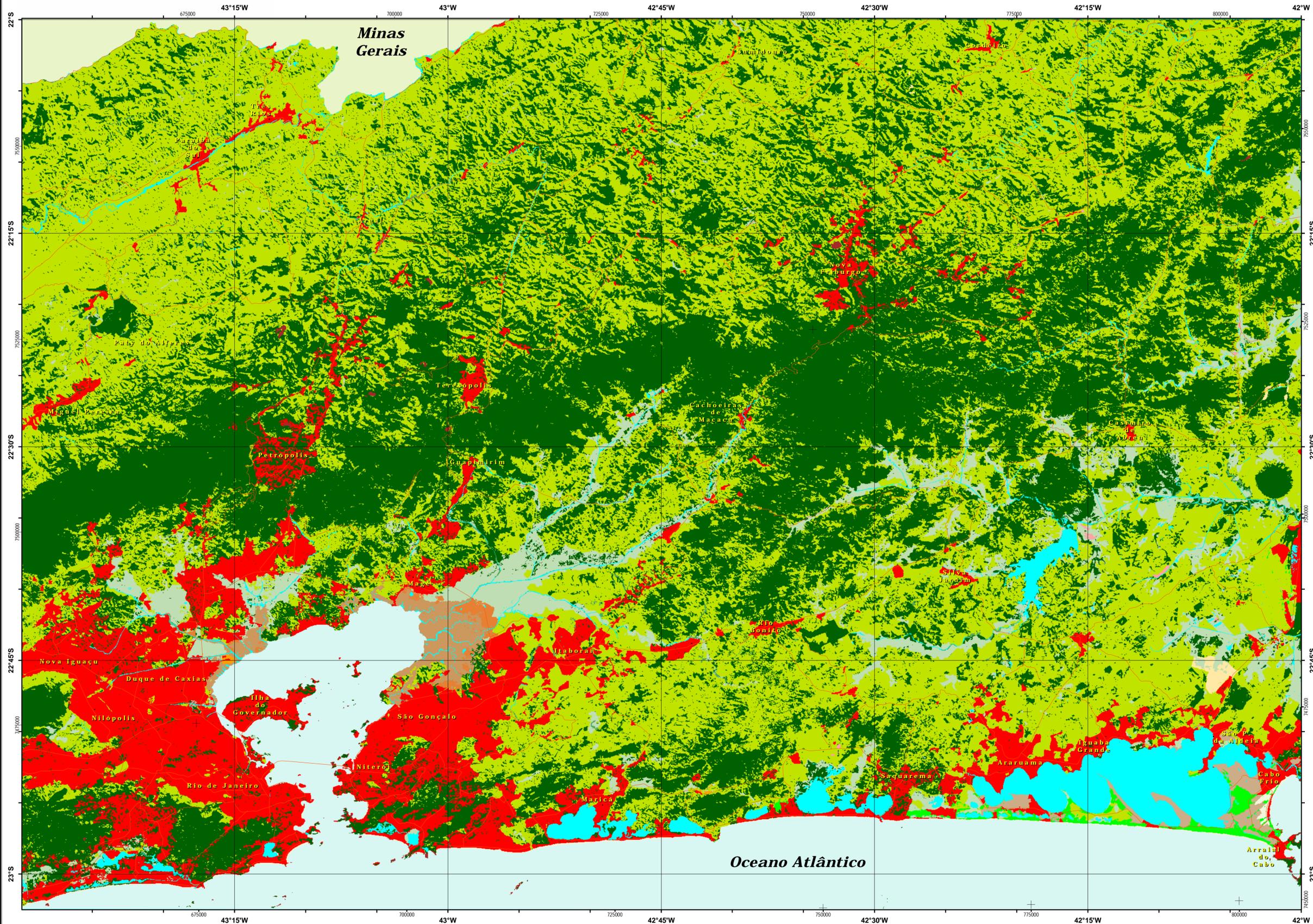
RIZZINI, C. T.; COIMBRA FILHO, A. F.; HOUAISS, A. **Ecosistemas brasileiros**. Rio de Janeiro: ENGE-RIO / Index Editora, 1988. 200 p.



## **ANEXO**

---

**Mapa de Uso Atual e Cobertura Vegetal  
dos Solos do Estado do Rio de Janeiro  
(1:250:000).**



- Legenda**
- Mata Remanescente/Secundária
  - Mata Ciliar
  - Mangue
  - Mangue Degradado
  - Restinga
  - Pastagem Plantada
  - Campo/Pastagem de Zona Úmida
  - Agricultura
  - Reflorestamento
  - Alforamento de Rocha
  - Solo Exposto
  - Corpo d'Água
  - Salina
  - Extração de Areia/Mineração
  - Praia e Duna
  - Área Urbana

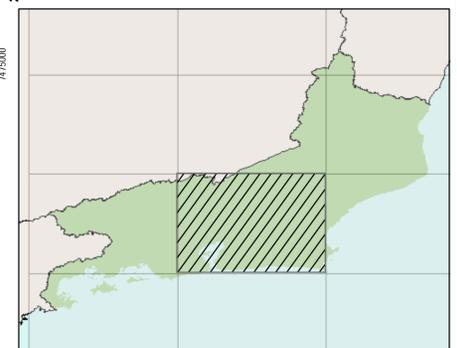


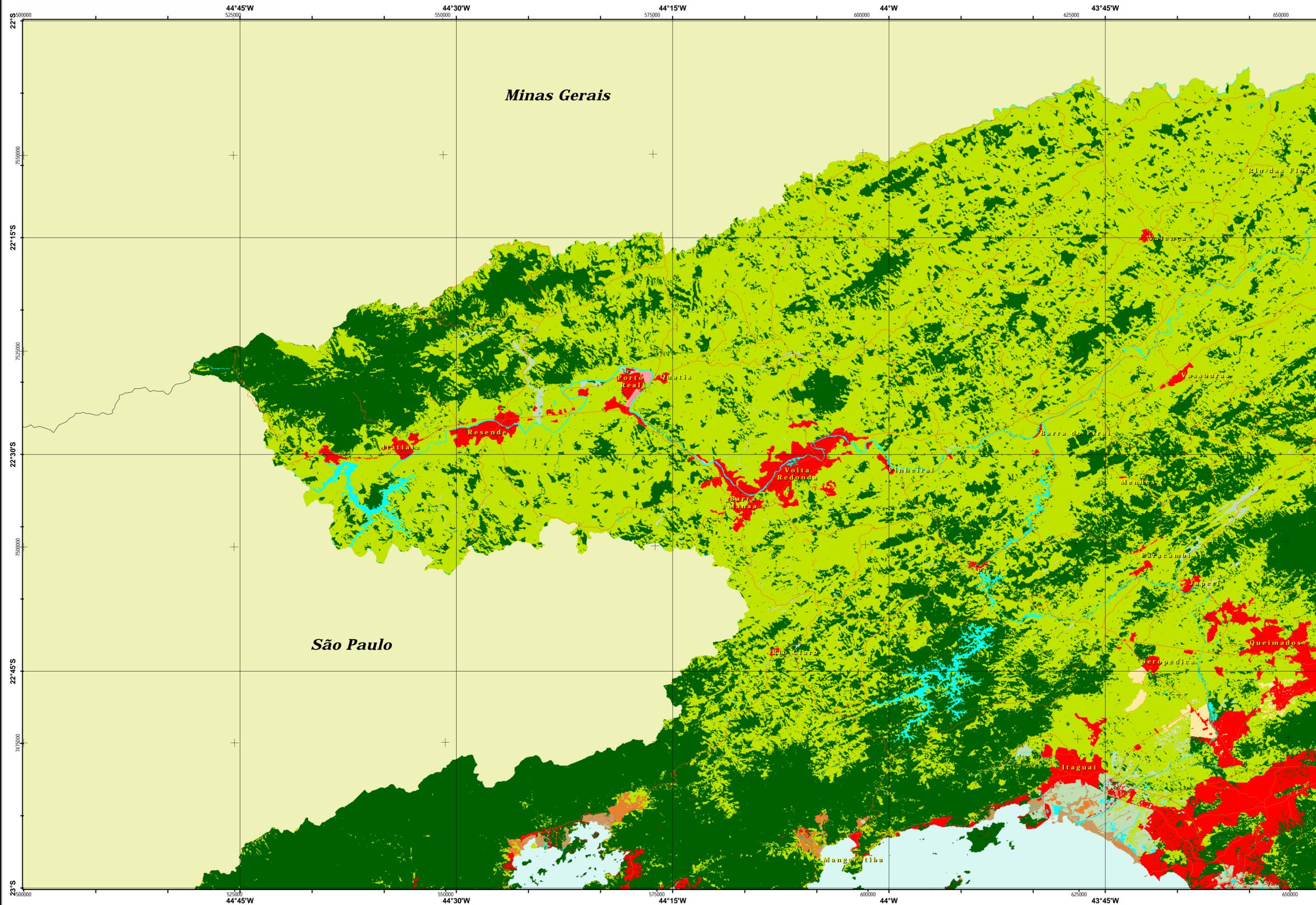
Escala 1:250.000

Projeção Cartográfica: Universal Transversa de Mercator  
 Origem: 45° W. de Gr.  
 Datum Horizontal: SAD-69.

# 4

Localização da Folha no Estado





- Legenda**
- Mata Remanescente/Secundária
  - Mata Ciliar
  - Mangue
  - Mangue Degradado
  - Restinga
  - Pastagem Plantada
  - Campo/Pastagem de Zona Úmida
  - Agricultura
  - Reflorestamento
  - Afloramento de Rocha
  - Solo Exposto
  - Corpo d'Água
  - Salina
  - Extração de Areia/Mineração
  - Praia e Duna
  - Área Urbana

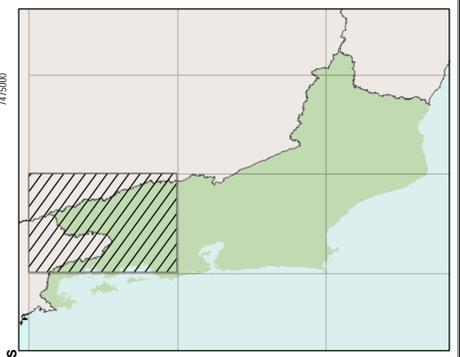


Escala 1:250.000

Projeção Cartográfica: Universal Transversa de Mercator  
 Origem: 45° W. de Gr.  
 Datum Horizontal: SAD-69.

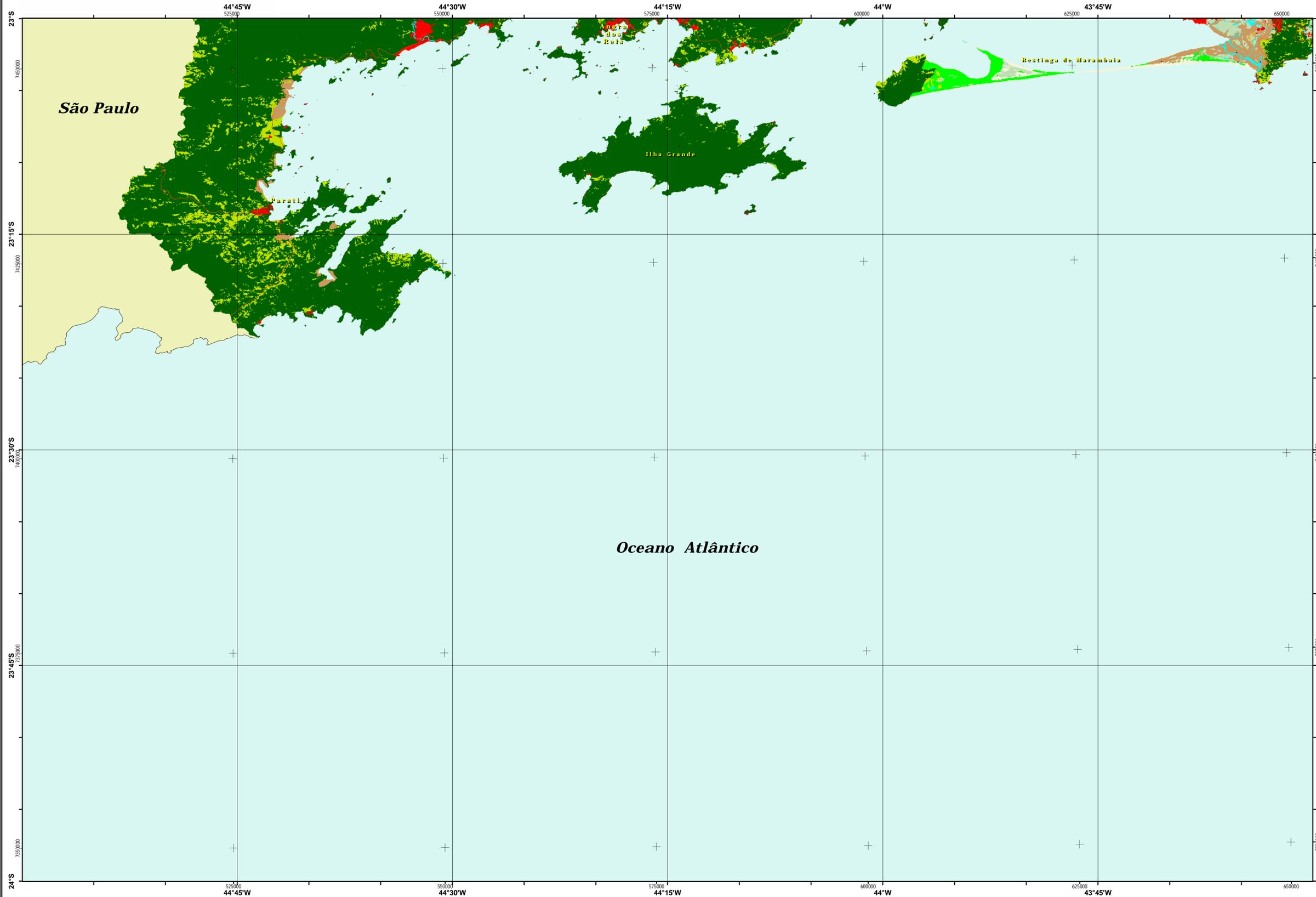
# 4

Localização da Folha. no Estado





# CARTA DE USO E COBERTURA VEGETAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO 2003



- Legenda**
- Mata Remanescente/Secundária
  - Mata Ciliar
  - Mangue
  - Mangue Degradado
  - Restinga
  - Pastagem Plantada
  - Campo/Pastagem de Zona Úmida
  - Agricultura
  - Reflorestamento
  - Afloramento de Rocha
  - Solo Exposto
  - Corpo d'Água
  - Salina
  - Extração de Areia/Mineração
  - Praia e Duna
  - Área Urbana

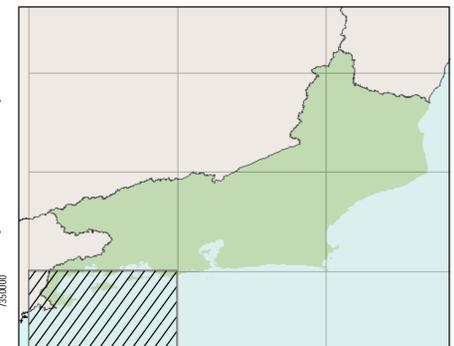


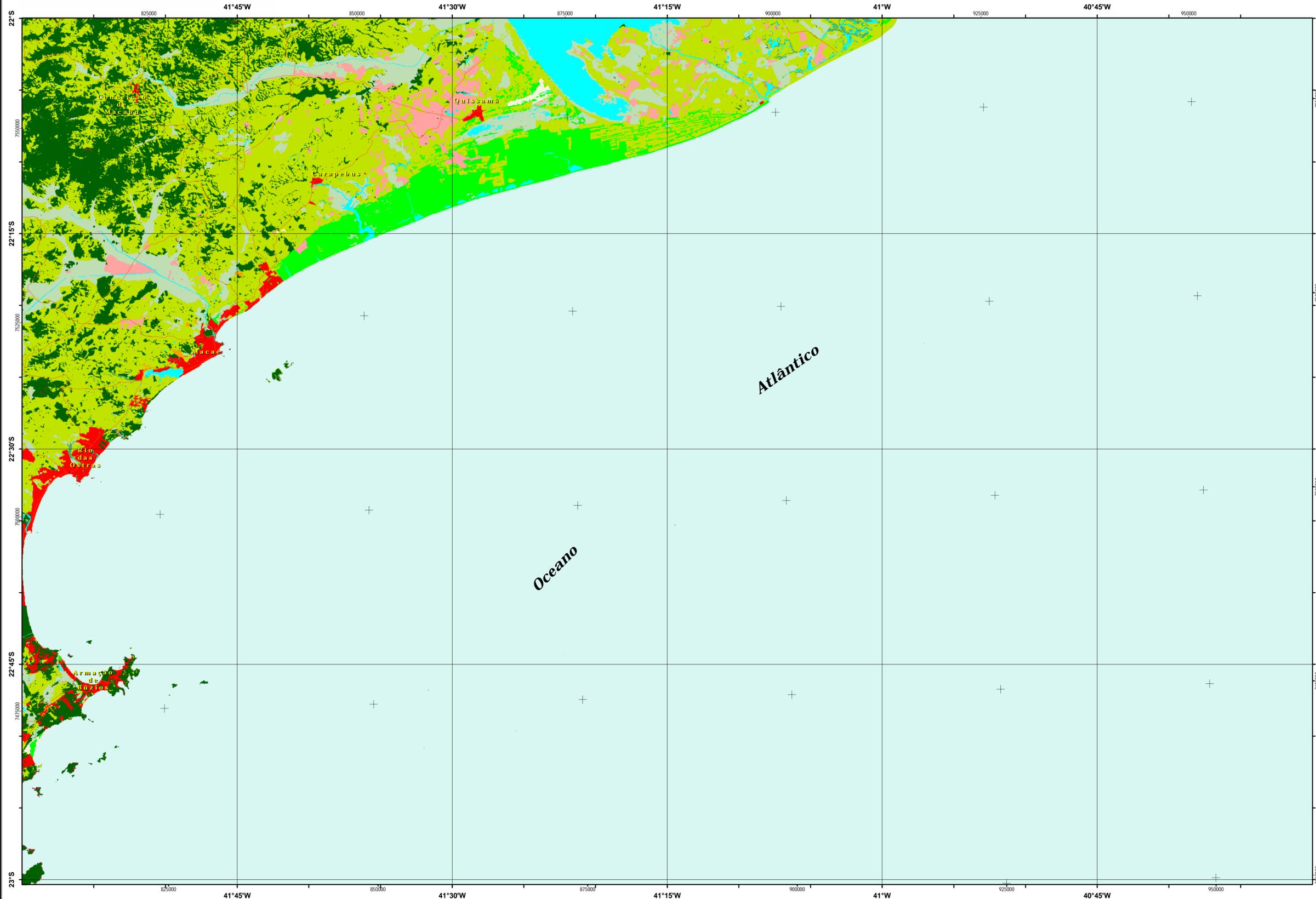
Escala 1:250.000

Projeção Cartográfica: Universal Transversa de Mercator  
 Origem: 45° W. de Gr.  
 Datum Horizontal: SAD-69.

# 4

Localização da Folha. no Estado





**Legenda**

- Mata Remanescente/Secundária
- Mata Ciliar
- Mangue
- Mangue Degradado
- Restinga
- Pastagem Plantada
- Campo/Pastagem de Zona Úmida
- Agricultura
- Reflorestamento
- Afloramento de Rocha
- Solo Exposto
- Corpo d'Água
- Salina
- Extração de Areia/Mineração
- Praia e Duna
- Área Urbana



Escala 1:250.000

Projeção Cartográfica: Universal Transversa de Mercator  
 Origem: 39° W. de Gr.  
 Datum Horizontal: SAD-69.

4

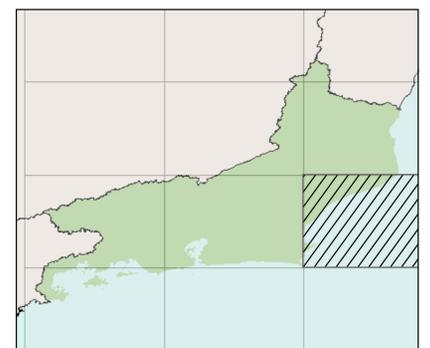


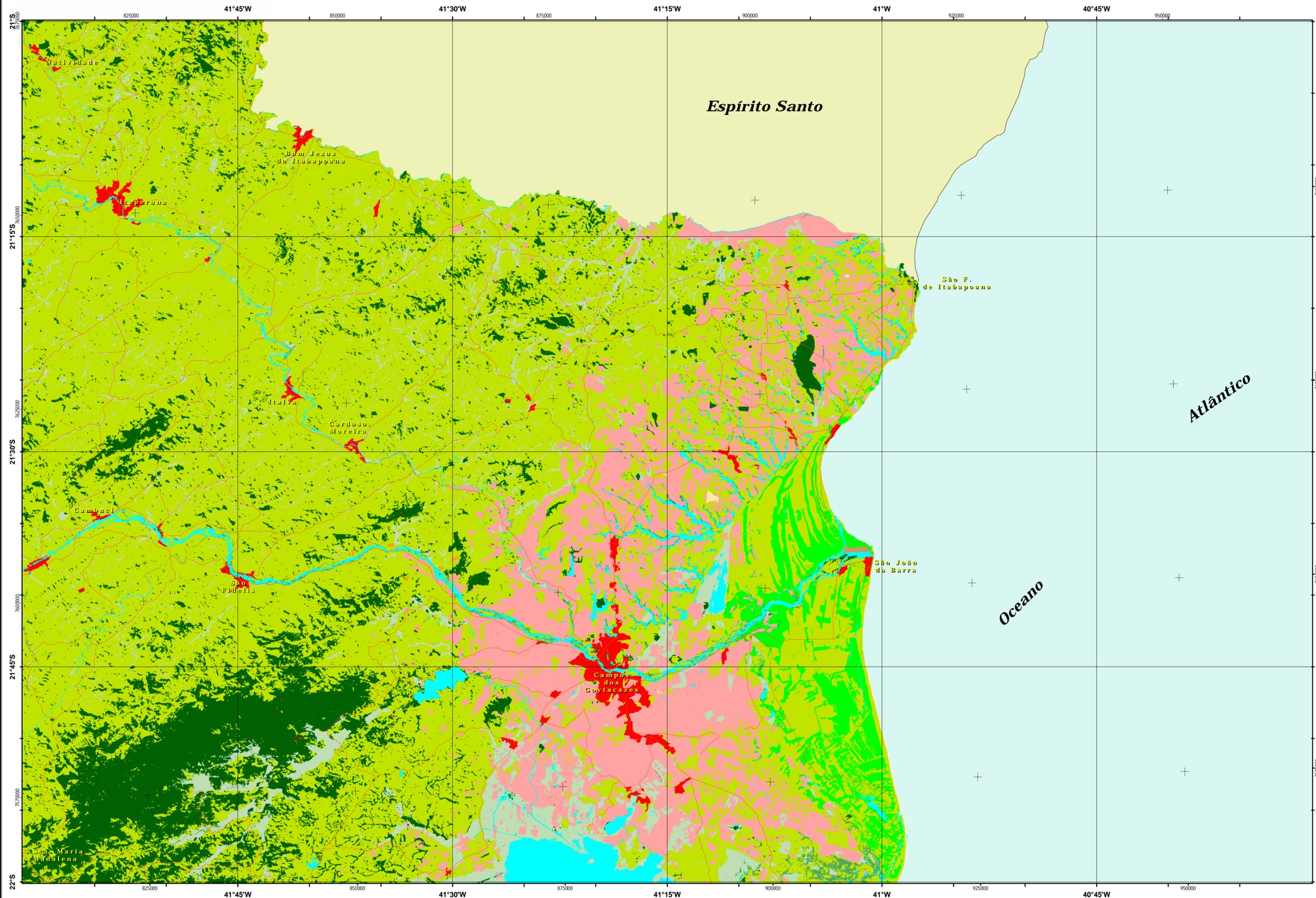
Coordenação, Planejamento e Edição Cartográfica Digital  
 Ronaldo P. de Oliveira

**NOTAS TÉCNICAS:**

1. Informação temática oriunda de processamento de imagem do mosaico de cenas do satélite Landsat 7 (ETM+), datadas de Julho/Agosto de 2000 e 2001, georreferenciadas por registro de coordenadas extraídas da Base Planimétrica digital elaborada pela CPRM a partir das folhas oficiais do IBGE, na escala 1:250.000.
2. O LGI - Laboratório de Geoinformação da Embrapa Solos agradece a comunicação de quaisquer falhas ou omissões, de natureza temática ou cartográfica, observadas em nossos produtos.

**Localização da Folha, no Estado**





- Legenda**
- Mata Remanescente/Secundária
  - Mata Ciliar
  - Mangue
  - Mangue Degradado
  - Restinga
  - Pastagem Plantada
  - Campo/Pastagem de Zona Úmida
  - Agricultura
  - Reforestamento
  - Alforamento de Rocha
  - Solo Exposto
  - Corpo d'Água
  - Salina
  - Extração de Areia/Mineração
  - Praia e Duna
  - Área Urbana

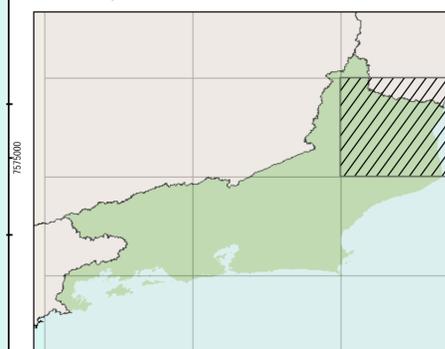


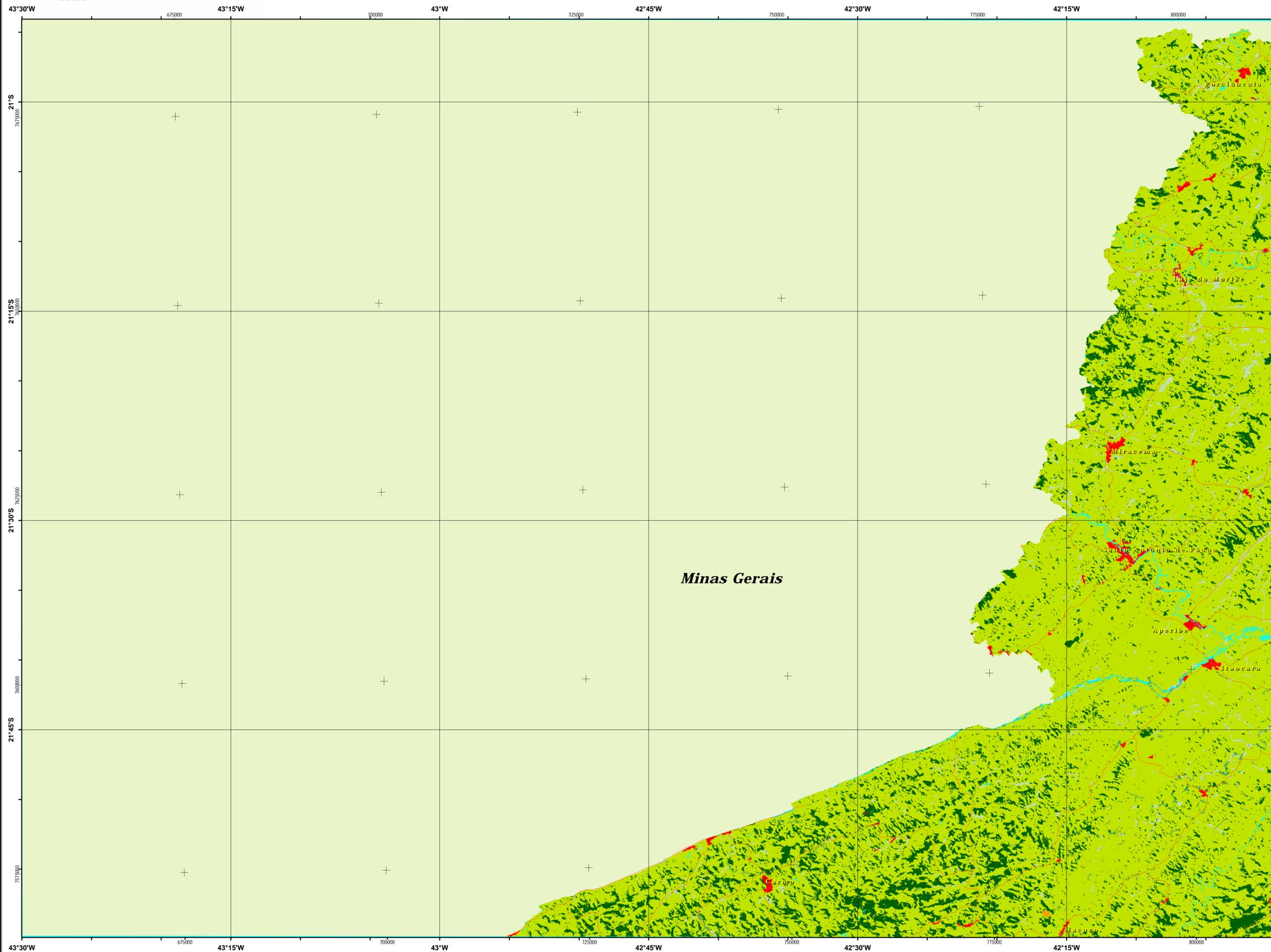
Escala 1:250.000

Projeção Cartográfica: Universal Transversa de Mercator  
 Origem: 45° W. de Gr.  
 Datum Horizontal: SAD-69.

# 4

Localização da Folha. no Estado





- Legenda**
- Mata Remanescente/Secundária
  - Mata Ciliar
  - Mangue
  - Mangue Degradado
  - Restinga
  - Pastagem Plantada
  - Campo/Pastagem de Zona Úmida
  - Agricultura
  - Reflorestamento
  - Afloramento de Rocha
  - Solo Exposto
  - Corpo d'Água
  - Salina
  - Extração de Areia/Mineração
  - Praia e Duna
  - Área Urbana



Escala 1:250.000

Projeção Cartográfica: Universal Transversa de Mercator  
Origem: 45° W. de Gr.  
Datum Horizontal: SAD-69.

4

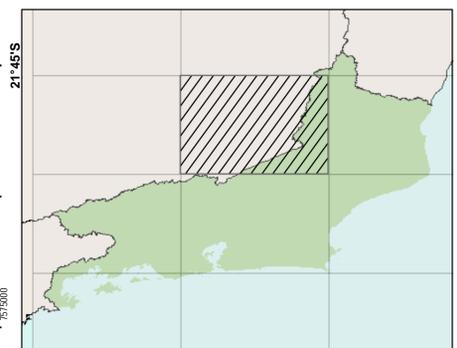


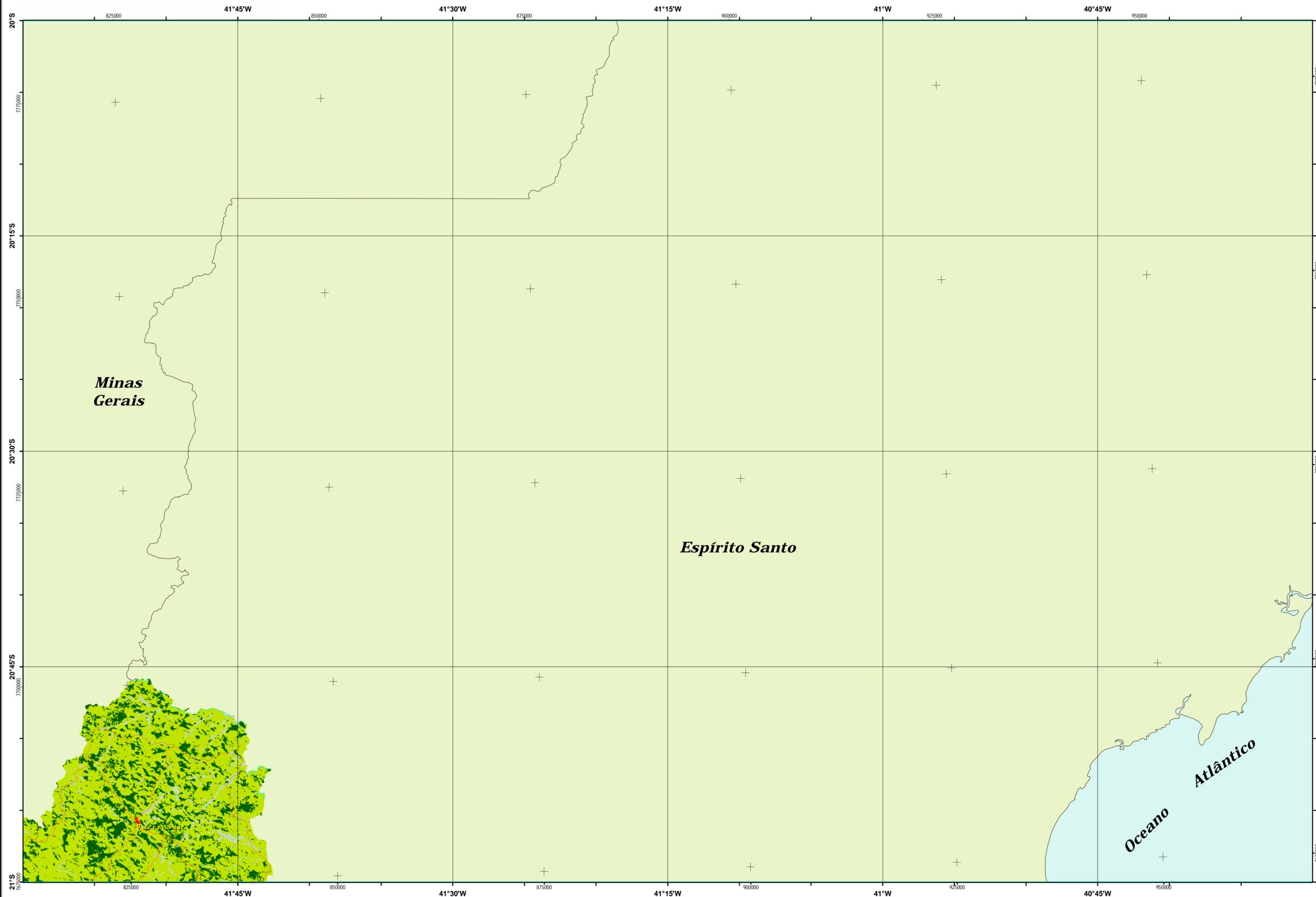
Coordenação, Planejamento e Edição Cartográfica Digital  
Ronaldo P. de Oliveira

**NOTAS TÉCNICAS:**

1. Informação temática oriunda de processamento de imagem do mosaico de cenas do satélite Landsat 7 (ETM+), datadas de Julho/Agosto de 2000 e 2001, georreferenciadas por registro de coordenadas extraídas da Base Planimétrica digital elaborada pela CPRM a partir das folhas oficiais do IBGE, na escala 1:250.000.
2. O LGI - Laboratório de Geoinformação da Embrapa Solos agradece a comunicação de quaisquer falhas ou omissões, de natureza temática ou cartográfica, observadas em nossos produtos.

**Localização da Folha, no Estado**





- Legenda**
- Mata Remanescente/Secundária
  - Mata Ciliar
  - Mangue
  - Mangue Degradado
  - Restinga
  - Pastagem Plantada
  - Campo/Pastagem de Zona Úmida
  - Agricultura
  - Reflorestamento
  - Alforamento de Rocha
  - Solo Exposto
  - Corpo d'Água
  - Salina
  - Extração de Areia/Mineração
  - Praia e Duna
  - Área Urbana



Escala 1:250.000

Projeção Cartográfica: Universal Transversa de Mercator  
 Origem: 45° W. de Gr.  
 Datum Horizontal: SAD-69.

# 4

Localização da Folha. no Estado

