

Processamento e uso de imagens THEOS em mapeamento de áreas urbanas contidas em planícies Quaternárias no litoral de Caraguatatuba e Ubatuba-SP, Paraty, Angra dos Reis e Mangaratiba-RJ

Gilberto Pessanha Ribeiro^{1,2,3}

Artur Willcox dos Santos^{1,2}

Magno de Moraes Ferreira²

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ

Centro Tecnológico Fonseca Teles / Edifício Pedro Ernesto

Rua Fonseca Teles, 121 – 5º andar – São Cristóvão – Laboratório de Mapeamento Digital (LAMADI) - 20940200 - Maracanã – Rio de Janeiro - RJ, Brasil

gilberto@eng.uerj.br

² Georeferencial Inteligência Cartográfica e Mapeamento Digital

Rua Francisco Assumpção, 389 - 260327400 - Ponto Chic - Nova Iguaçu – RJ, Brasil

{gilberto, artur, magno}@georeferencial.com.br

³ Globalgeo Geotecnologias

Alameda do Ingá, 88 - 6º andar – 34000000 - Vale do Sereno - Nova Lima-MG, Brasil

gilberto@globalgeo.com.br

Abstract. From demands of thematic cartographic mapping in the context of the research project "Application of Geo Guidance on Land Use Based on the Impacts of Global Climate Change: Coastal Sub-Watershed the State of São Paulo and the State of Rio de Janeiro" led by the Faculty of Engineering UERJ and effective collaboration with the Geological Institute of the State of São Paulo, funded by FAPESP and FAPERJ, maps were produced using the earth and vegetation, both panchromatic band with multispectral system as well THEOS. It's sensor system coupled to satellite Thai THEOS (Thailand Earth Observation Satellite) which is the first equipment for earth observation, in this country, and was released on October 1, 2008 by GISTDA - Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. In order to perform laboratory experiments with images of this system, we chose to use in their mapping of the coastal counties Caraguatatuba and Ubatuba, and the same was done with municipalities Paraty, Angra dos Reis and Mangaratiba. Results of this mapping are available in www.georeferencial.com.br aspects are presented here and the techniques used in the processing of these images with the use of systems SPRING and ENVI, and the final cartographic scales 1/125.000 and 1/10.000, with multi and pan bands, respectively. Featured in this article is made to methods of segmentation and supervised classification, with the purpose of allocation of land use patterns and vegetation cover. Later results will be presented in relation to the mapping of the coastal plains in the face of population explosion and real estate in coastal areas of great heritage value.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, cartography, sensoriamento remoto, processamento de imagens, cartografia.

1. Introdução

A partir de demandas de mapeamento cartográfico temático no contexto do projeto de pesquisa “Aplicação de Geotecnologias na Orientação do Uso da Terra com Base nos Impactos das Mudanças Climáticas Globais: Sub-Bacias Hidrográficas Litorâneas do Estado de São Paulo e do Estado do Rio de Janeiro”, coordenado e liderado pela Faculdade de Engenharia da UERJ, e com efetiva colaboração do Instituto Geológico do Estado de São Paulo, financiado pela FAPERJ e pela FAPESP, foram produzidos mapas de uso da Terra e cobertura vegetal, tanto com banda pancromática (PAN), como também multiespectrais (MULTI) do sistema imageador THEOS. Trata-se de sistema sensor acoplado ao satélite tailandês THEOS (Thailand Earth Observation Satellite) que é o primeiro equipamento de observação da Terra deste país, lançado em 1º de outubro de 2008 pela GISTDA – Geo-

Informatics and Space Technology Development Agency. No sentido de executar experimentos laboratoriais com imagens deste sistema, optou-se o seu emprego em mapeamento do litoral dos municípios paulistas Caraguatatuba e Ubatuba, e o mesmo foi feito com os municípios fluminenses Paraty, Angra dos Reis e Mangaratiba. Resultados deste mapeamento encontram-se disponíveis em www.georeferencial.com.br e aqui são apresentados aspectos gerais das técnicas utilizadas no processamento dessas imagens com uso dos sistemas computacionais SPRING5.2.1 e ENVI4.7, e os documentos cartográficos finais nas escalas 1/125.000 e 1/10.000, com banda PAN. Destaque é feito nesse artigo aos métodos de segmentação pixel por pixel e classificação supervisionada, com o propósito de atribuição de padrões de uso da Terra e cobertura vegetal aos objetos identificados e extraídos das imagens. Esses resultados serão vinculados ao mapeamento das planícies costeiras formadas no Quaternário geológico, diante da explosão demográfica e imobiliária nas zonas costeiras de grande valor patrimonial. A seguir na Figura 1 são apresentadas as localizações dos municípios de Caraguatatuba [1], Ubatuba [2], Paraty [3], Angra dos Reis [4] e Mangaratiba [5].

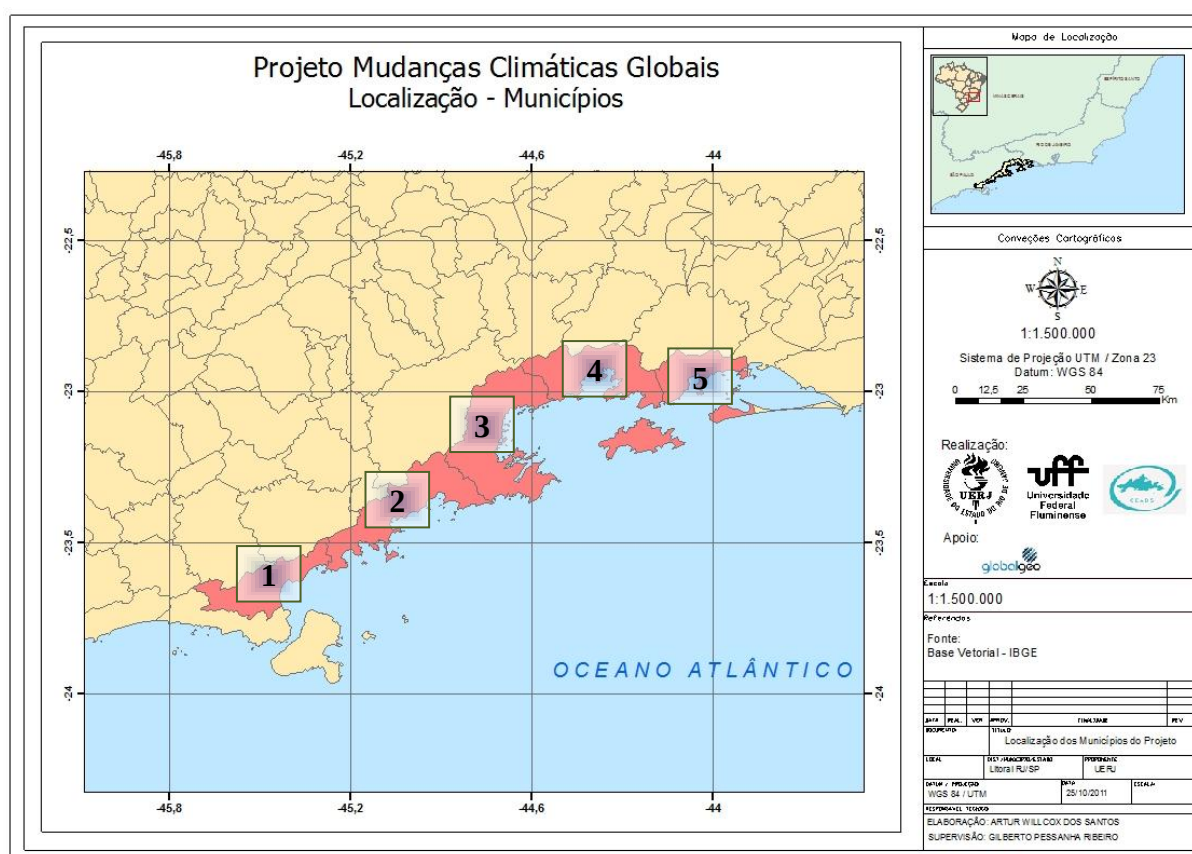


Figura 1. Área de estudos: Caraguatatuba [1], Ubatuba [2], Paraty [3], Angra dos Reis [4] e Mangaratiba [5].

2. Metodologia de Trabalho

Foram gerados mapas indicativos do uso da Terra e cobertura vegetal (Anderson et al., 1979) (Jacques e Sinzato, 2001), numa visão estimada na escala 1/125.000, tendo como base imagens de satélites do sistema orbital THEOS (Thailand Earth Observation Satellite) que foi lançado em 1º de outubro de 2008 pela GISTDA – Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. Com base nas bandas pancromáticas (PAN) fusionadas, com 2 m de resolução espacial, testes e ensaios laboratoriais foram executados com o sistema SPRING

inicialmente, e, em caráter definitivo na seqüência, com o sistema computacional ENVI. As áreas urbanas mapeadas foram identificadas e destacadas como associadas aos seguintes municípios: [1]- Caraguatatuba; [2]- Ubatuba; [3]- Paraty; [4]- Angra dos Reis; e [5]- Mangaratiba.

Mapeamentos já executados com base em imagens de satélites serviram de referência para suporte no arcabouço metodológico deste artigo, a saber: Cruz (2008), França e Soares (2009), Gelelete (2008), Magalhães et al. (2008), Neto (2007), Oliveira (2010), Pereira (2008) e Pinheiro (2008).

A segmentação das imagens PAN, com base nos padrões de cinza e a classificação semi-supervisionada, foi executada pixel a pixel, com uso de filtro de mediana 5 x 5 pixels para geração dos polígonos finais, tendo como critério as classes temáticas consolidadas na metodologia do mapeamento formal já executado pelo município do Rio de Janeiro, sob a responsabilidade do seu Instituto Pereira Passos (IPP) e pela UERJ (Souza, 2009). O parâmetro da classificação supervisionada utilizado no software ENVI foi o "maximum likelihood", pois este foi o que proporcionou melhores resultados. O mapeamento inédito aqui descrito utilizou-se do sistema geodésico SIRGAS_2000, e os documentos cartográficos gerados apresentam o sistema de coordenadas UTM, fusos 22 S e 23 S. Bases vetoriais do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) disponíveis foram empregadas para verificação e controle de georreferenciamentos. Contudo, são listadas a seguir as etapas vencidas na fase inicial do referido projeto: (a) Segmentação e classificação preliminar supervisionada de imagens THEOS PAN; (b) Classificação de Uso da Terra e Cobertura Vegetal a partir de imagens THEOS PAN; (c) Extração de curvas de nível (eqüidistância vertical de 20m) a partir de imagens ASTER (DEM); (d) Extração de drenagem a partir de imagens ASTER (DEM); e (e) Extração de linha de costa na escala de 1/2.000 a partir das imagens THEOS.

Dois conjuntos de dados foram gerados: o primeiro contém as imagens PAN-SHARPENED, resultado da fusão de bandas multiespectrais de 15 metros de resolução espacial com a banda PAN de 2 metros; e o segundo possui todos os dados gerados e resgatados para este projeto organizados para compartilhamento e backup. Apoio houve em dados vetoriais ambientais disponibilizados pelo INEA e pelo IBGE para o caso dos mapeamentos dos municípios do estado do Rio de Janeiro.

Na seqüência foram extraídas as curvas de nível, drenagem, bacias hidrográficas, e o próprio DEM. Estes dados foram gerados a partir do DEM do sensor ASTER, de origem japonesa, em convênio com a NASA. Trata-se de um DEM até então pouco utilizado, mas que possui um ganho bem interessante em resolução espacial perante o SRTM, que é comumente utilizado pela comunidade de Geociências. O ASTER possui uma resolução de 30 m, ao contrário dos 90 m do ASTER. Na geração destes últimos dados houve suporte do software ArcGIS, exceto a extração das curvas de nível (eqüidistância vertical de 20m) que foram executadas no ambiente do sistema GlobalMapper.

3. Resultados e Discussão

As figuras a seguir indicam os resultados concretos do mapeamento temático de uso da Terra e cobertura vegetal, na escala de 1/125.000, numa visão geral/regional, a partir do processamento das imagens THEOS (bandas PAN). Esta classificação supervisionada executada permitiu o reconhecimento, classificação e validação de sete principais classes, seguindo as classes do IBGE (Fundação IBGE, 1999) (Fundação IBGE, 1992), sendo: (a) Obras e Edificações; (b) Corpo Hídrico (Continental e Oceânico); (c) Vegetação Densa; (d) Vegetação Campestre; (e) Afloramento e Costão Rochoso; (f) Solo Exposto; e (g) Praia Arenosa.

Os mapas na escala 1/10.000 estão, aos poucos, sendo disponibilizados em www.georeferencial.com.br.

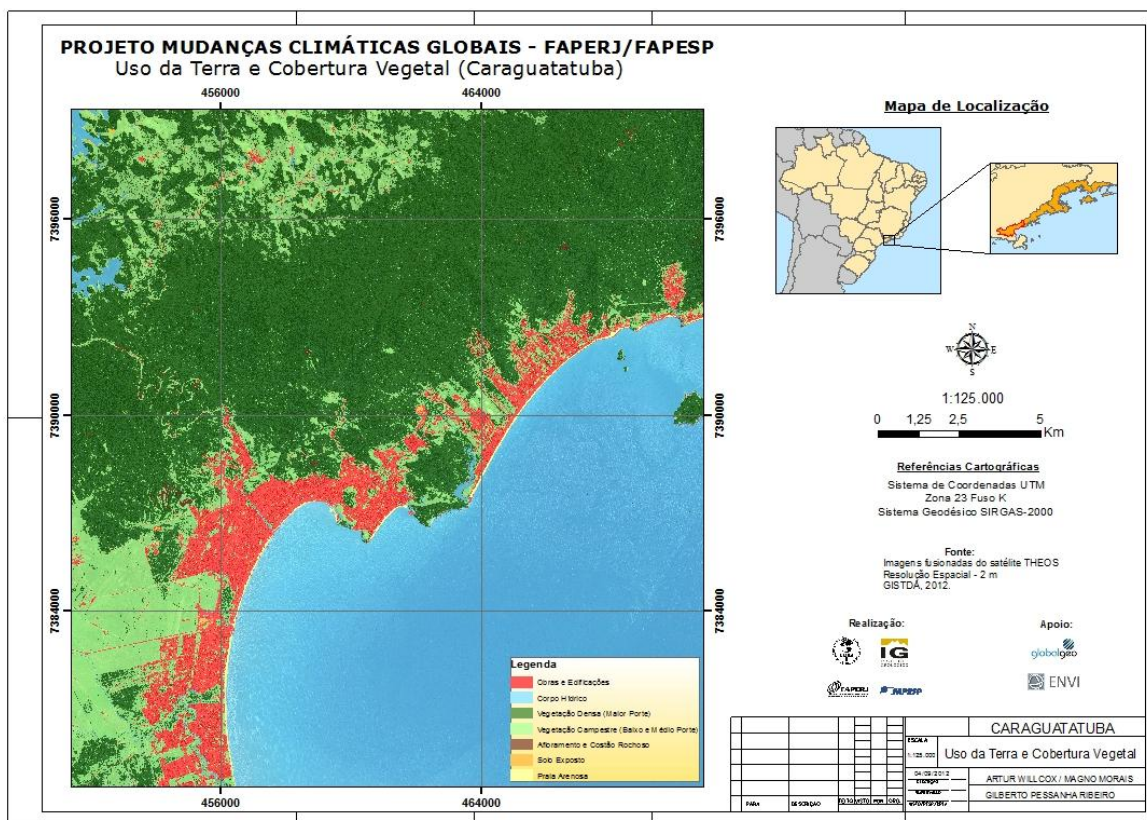


Figura 2. Mapeamento temático de Caraguatatuba-SP.

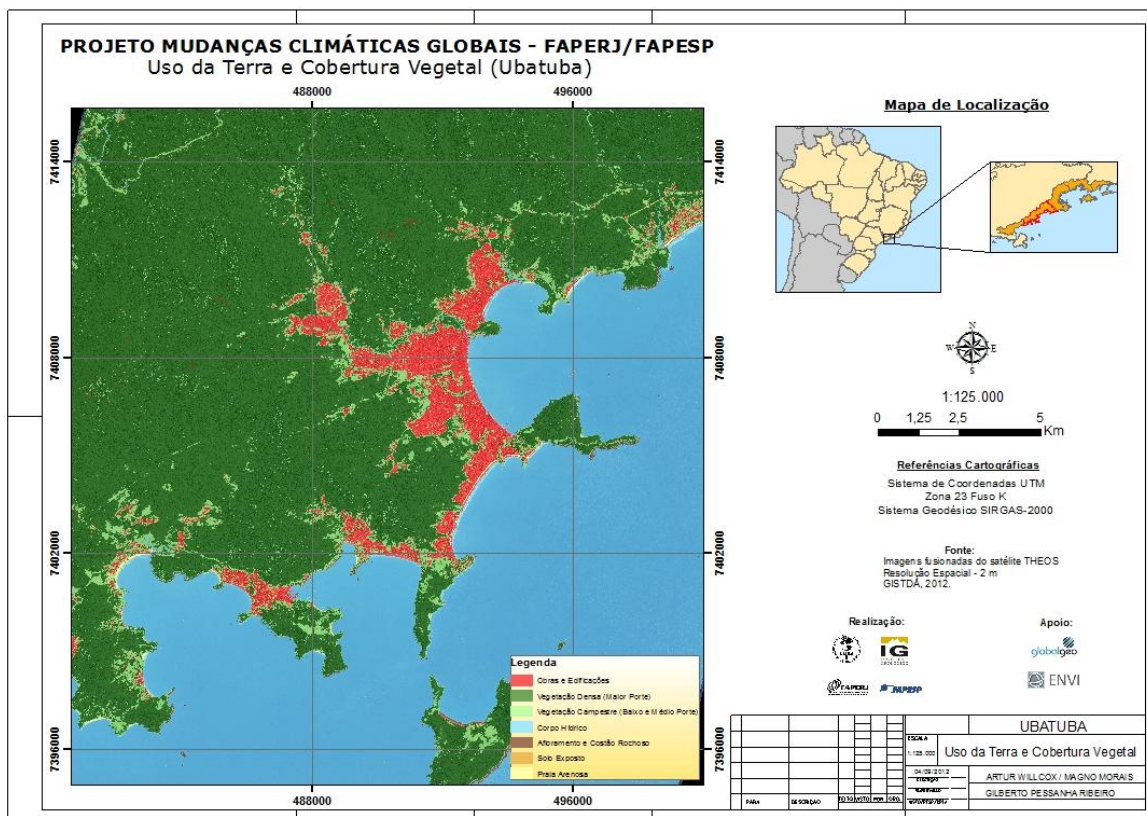


Figura 3. Mapeamento temático de Ubatuba-SP.

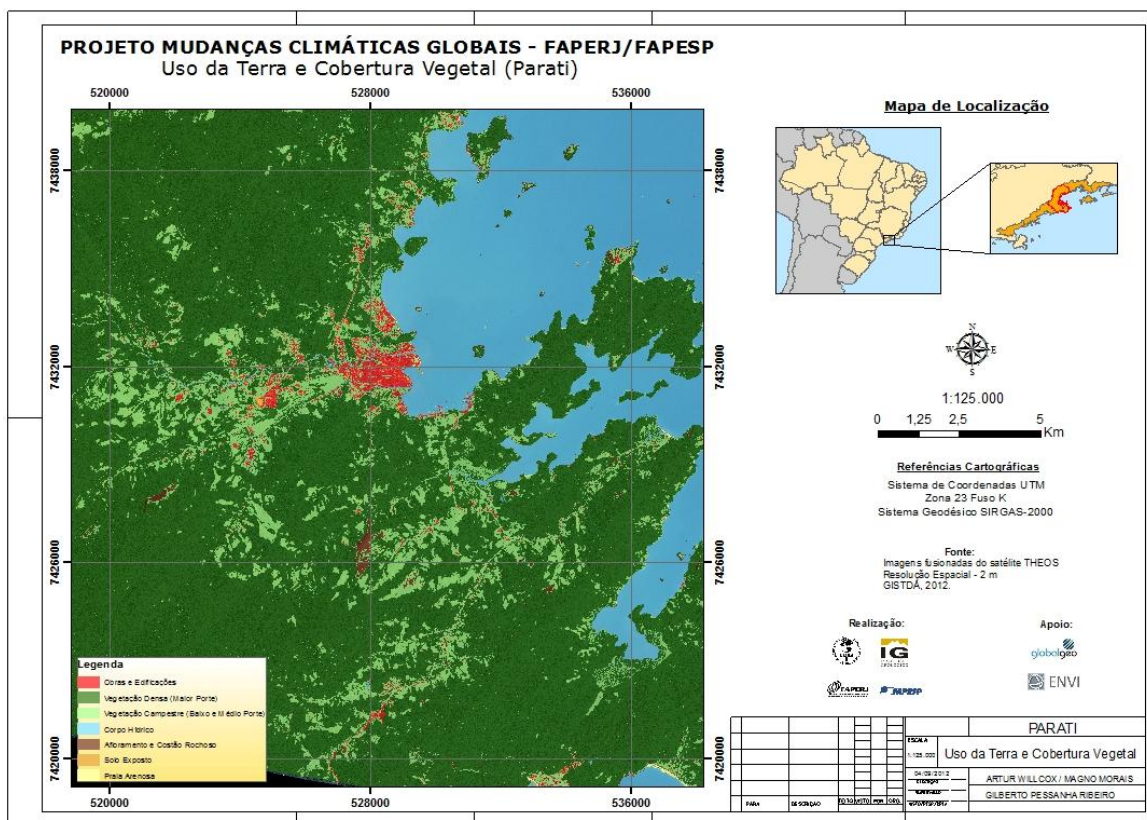


Figura 4. Mapeamento temático de Paraty-RJ.

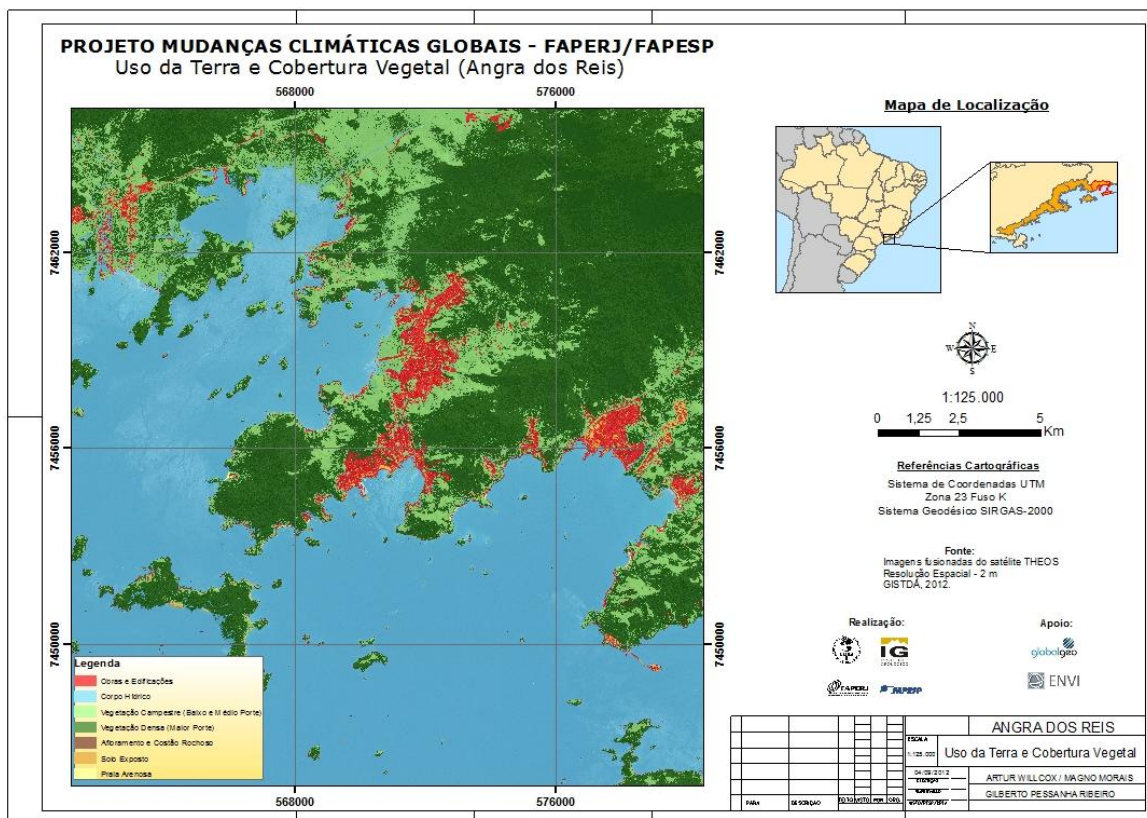


Figura 5. Mapeamento temático de Angra dos Reis-RJ.

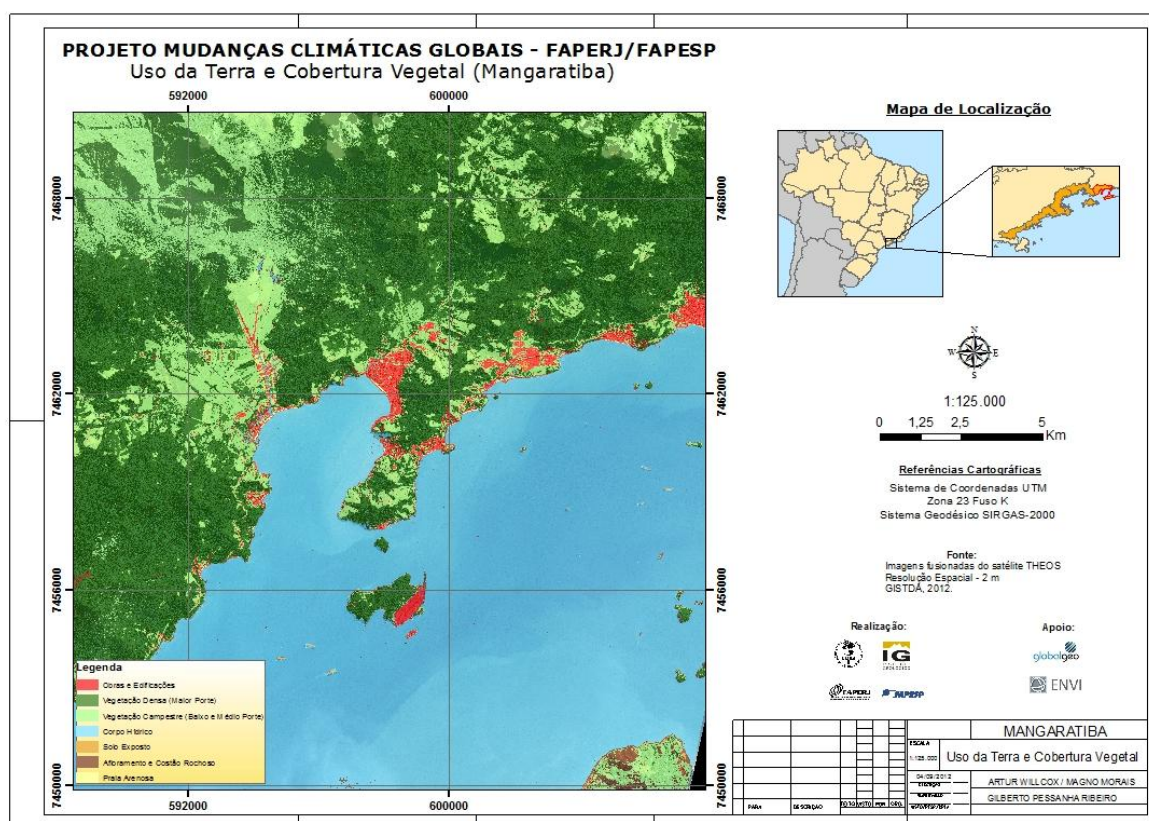


Figura 6. Mapeamento temático de Mangaratiba-RJ.

A seguir é apresentado esquema geral de mapa hipsométrico envolvendo os cinco municípios de interesse.

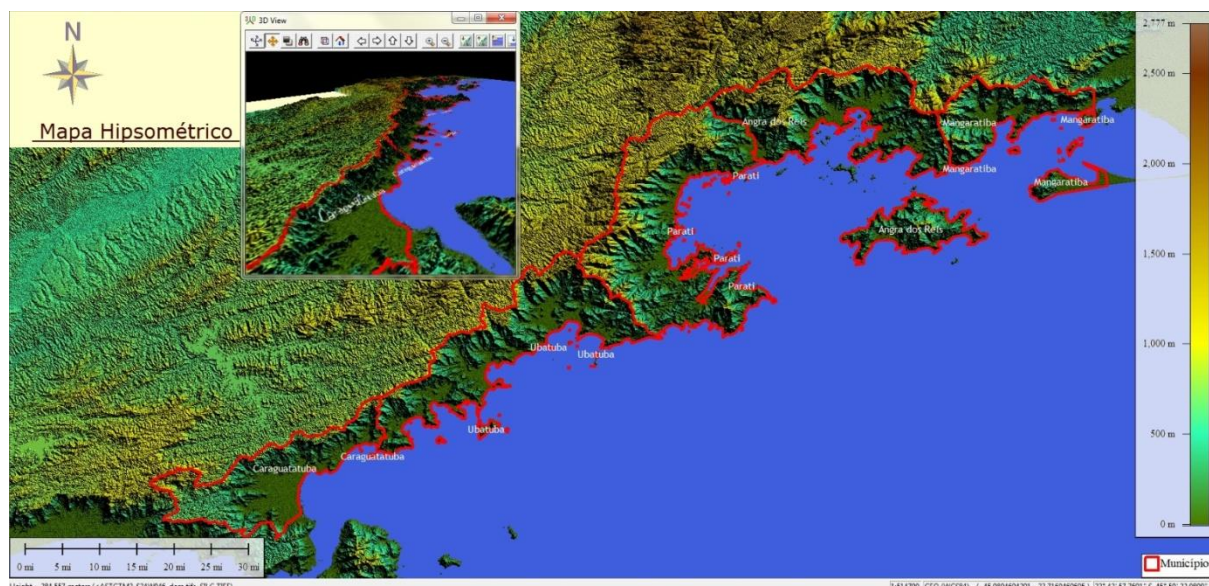


Figura 7. Esquema indicativo de mapa hipsométrico.

O projeto em questão está em desenvolvimento e na próxima fase, que hoje está em curso, serão gerados mapas na escala 1/50.000 com base em imagens THEOS MULTI. A metodologia utilizará etapas e fases empregadas ao mapeamento com imagens PAN

(Ishikawa, 2001) (Ishikawa et al., 2005), com adaptações à escala e limitações das imagens MULTI em mapeamento com detalhe. Para efeitos de mapeamento regional essa fase a vir terá esforços concentrados em garantir geometria e conteúdo temático sobre as zonas adjacentes ao que já foi feito com as bandas PAN. Projetos do Instituto Geológico do estado de São Paulo e do Laboratório de Mapeamento Digital (LAMADI) da Faculdade de Engenharia da UERJ farão uso também desse material a ser produzido. Pretende-se dar suporte cartográfico à elaboração de um Atlas Ambiental, com identificação de planícies costeiras e aglomerados urbanos caracterizados por explosão demográfica recente e supervalorização imobiliária.

4. Conclusões

Os mapeamentos de uso da Terra relacionados a outros temas geográficos de interesse, tais como dados climatológicos, socioeconômicos, declividade e geomorfologia irão permitir análises mais complexas diante da dinâmica espaço-temporal recente da região, trazendo cenários mais concisos acerca do ponto de vista da vulnerabilidade ambiental destes municípios frente a impactos ambientais oriundos de eventos climáticos extremos. Procedimentos de análises espaciais apoiadas por um banco de dados e seus serviços básicos (consultas e atualizações) estão sendo projetadas para cruzamento de dados em séries históricas de dados físico-ambientais, bem como imagens de média resolução LANDSAT 5, que permitem a realização de estudos dirigidos de tal dinâmica nos últimos 20-30 anos. Em relação aos documentos cartográficos, estão sendo produzidos mapas nas escalas 1/50.000 e 1/10.000 com objetivo de observar e diagnosticar mudanças no uso da Terra e dinâmica costeira na interface continente-oceano, numa em escala mais detalhada. Este artigo está vinculado ao referido projeto de pesquisa e devidamente cadastrado ao Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais - PFP-MCG ("FAPESP Research Programme on Global Change" - RPGCC). Resultados derivados do projeto poderão ser encontrados em www.georeferencial.com.br.

Referências bibliográficas

- Anderson, J.R., Hardy, E.E., Roach, J.T. & Witmer, R.E. **Sistema de classificação de uso da Terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos**. 1979. Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente, IBGE, 1979.
- Cruz, Z.Q. **Mapeamento digital regional do uso e cobertura da terra em unidade de conservação a partir de imagens CBERS para apoio a gestão ambiental**. 2008. Projeto de Graduação (Engenharia Cartográfica) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008.
- França, J.B.S. e Soares, P.G. **Avaliação do mosaico digital composto por fotografias não-métricas retificadas a partir de transformação linear direta**. 2009. Projeto de Graduação (Engenharia Cartográfica) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009.
- Fundação IBGE **As grandes classes de uso atual da Terra** Manual técnico 7, 1999.
- Fundação IBGE **Esquema de classificação da vegetação brasileira. Manual técnico da vegetação brasileira**, Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão, 1992.
- Gelelete, G.J.A. **Classificação digital de uso da terra e cobertura vegetal de zona costeira em Araruama (RJ) a partir de imagens sensoriais**. 2008. Projeto de Graduação (Engenharia Cartográfica) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008.
- Ishikawa, M.I. **Potencialidades de uso de imagens IKONOS/GEO para aplicações em áreas urbanas** Dissertação de mestrado (Ciências Cartográficas) – Universidade Estadual de São Paulo. São Paulo. 2001.
- Ishikawa, M.I. e SILVA, E.A. **Análise da escala de uso de uma imagem IKONOS/GEO para aplicações cartográficas**, 2005.

Jacques, P.D. & Sinzato, E. **Estudo geoambiental do estado do Rio de Janeiro: classes de uso e cobertura do solo** Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Minas e Metalurgia, Centro de Pesquisas e Recursos Minerais, Serviço Geológico do Brasil, 2001.

Magalhães, C.R., Medeiros, Y.M., Silva, A.E. e Ribeiro, G.P. **Plano Urbano Do Complexo Industrial Do Porto Do Açu Com Suporte De Mapas Temáticos Digitais Gerados A Partir De Imagens Sensoriais**, Resende, 2008.

Neto, R.S.M. **Mapeamento digital do entorno da Baía de Guanabara em suporte á análise ambiental**, . 2007. Projeto de Graduação (Engenharia Cartográfica) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007.

Novo, E.M. **Sensoriamento Remoto**, Editora Blucher, 2008.

Oliveira, R.D. **Modelagem tridimensional da Ilha Grande, Angra dos Reis (RJ)**. 2010. Projeto de Graduação (Engenharia Cartográfica) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010.

Pereira, M.F.M. **Mapeamento digital de zona urbana em Teresópolis (RJ), adjacente ao Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), a partir de imagens IKONOS II**. 2008. Projeto de Graduação (Engenharia Cartográfica) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008.

Pinheiro, T.C. **Mapeamento digital do município de São João da Barra (RJ) com suporte de imagens IKONOS e dados GPS, como requisito para revisão do plano diretor municipal**. 2008. Projeto de Graduação (Engenharia Cartográfica) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008.

Ribeiro, G.P. **Tecnologias digitais de geoprocessamento no suporte à análise espaço-temporal em ambiente costeiro**. 2005. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Geografia) – Universidade Federal Fluminense. 2005.

Rosa, E.C. e Ignácio, J.F. **Geração de ortofotomosaico da Ilha Grande (RJ) e ensaio para o perfil de praia**. 2009. Projeto de Graduação (Engenharia Cartográfica) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009.

Silva, L.S.L. **Acompanhamento multitemporal do crescimento urbano de Macaé com suporte de imagens históricas e Sistema de Informação Geográfica**. 2009. Dissertação de Mestrado (Engenharia de Computação/Geomática) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009.

Souza, P.A.V. **A utilização de tecnologias digitais de geoprocessamento na identificação de unidades de paisagem na bacia hidrográfica do rio Iguaçu-Sarapuí (RJ)**. 2009. Dissertação de Mestrado (Engenharia de Computação/Geomática) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009.