

Análise da distribuição da ocupação urbana no município de Niterói a partir do mapeamento de uso e cobertura da terra

Duclerc Siqueira Neto ¹
Vinicius da Silva Seabra ¹
Mariana Ribeiro Correia ¹

¹ Faculdade de Formação de Professores – UERJ/FFP
Rua Dr. Francisco Portela, 794 – CEP 24435-000 – São Gonçalo - RJ, Brasil
ducsiq@hotmail.com; vinigeobr@yahoo.com.br; marianamc@ymail.com

Abstract. This research aims to discuss the distribution of urban occupation in the city of Niterói from mapping of land use and land cover. For this study, a map was generated from Geographic Object-Based Image Analysis (GEOBIA), with 1: 100,000 scaled images. The GEOBIA enables the use of different attributes of the objects to their differentiation and classification, not limited to the colors and tones. In addition to further differentiate itself from the other techniques by presenting the possibility of performing multisegmentation, generating hierarchical levels, even including aspects of multiresolution. This classification process considers many types of parameters to characterize the objects, but the understanding of the process by the interpreter is also an alternative for the distinction of targets. A hierarchical network classification was constructed, separating different types of classes found. From the finished map was generated a quantification of the total area and the percentage of each class. Highlighting the summation of urban with 41.40%, but among them 22.69% composed of average city, mostly concentrated in the regions of the floodplains, in the case, in areas of lower altitude. The results also highlight the importance of topography and other natural constraints (as the proximity to the coast) for historical and current occupancy of the city of Niterói.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, east metropolitan, sensoriamento remoto, processamento de imagens, leste metropolitano.

1. Introdução

Para entender as mudanças que ocorrem no espaço geográfico, as ciências necessitam de contribuições baseadas em dados capazes de subsidiar a compreensão do funcionamento dos diversos sistemas integrados ao homem e a natureza. Em se tratando de estudos socioeconômicos e ambientais necessitamos ainda mais de dados atualizados e sistemáticos, para então tornarmos possível a observação da evolução dos fenômenos e dos processos que ocorrem na superfície terrestre. Sendo assim, podemos afirmar que o uso das geotecnologias é de grande relevância para estudos em geografia, uma vez que possibilita análises rápidas e eficazes, propõe soluções de baixo custo e cria alternativas otimizadas para as questões enfrentadas diante das mudanças aceleradas que observamos atualmente (SEABRA, 2012).

Além disso, a falta de recursos financeiros e de profissionais verificada nos diversos órgãos que tratam da questão ambiental cria uma importante demanda para o uso das geotecnologias, como a mais relevante fonte de aquisição e manipulação de dados, e em muitas vezes a única, para os estudos socioeconômicos e ambientais. Também percebemos que a necessidade de manipulação de grandes volumes de variáveis, tornou imprescindível o uso das geotecnologias para o acompanhamento das modificações espaço-temporais que ocorrem no mundo. As técnicas específicas ao estudo do comportamento espacial dos objetos e fenômenos dispostos na superfície terrestre, como no caso das ferramentas de geoprocessamento, permitem a interligação de diversas ciências voltadas para estudos desta natureza.

Dentro desse contexto, as classificações de imagem provenientes de Sensoriamento Remoto em base orbital, para o mapeamento de uso e cobertura da terra, são cada vez mais utilizadas atualmente. Esta metodologia de classificação simula técnicas de interpretação visual, através da modelagem do conhecimento para a identificação das feições, permitindo maior automatização do processo (CRUZ *et al*, 2007).

Sendo assim, a proposta deste artigo é discutir a distribuição da ocupação urbana no município de Niterói a partir do mapa do uso e cobertura da terra gerado com base na classificação de imagens baseada em objetos, em escala de 1:100.000. Desta maneira, o estudo aqui proposto terá como área de estudos o município de Niterói, localizado no leste da região metropolitana do estado do Rio de Janeiro (figura 1). Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Niterói tem uma população estimada (2013) de 494.200 habitantes, e população por contagem do Censo (2010) de 487.562 habitantes. Ainda segundo o IBGE, o município de Niterói que é predominantemente urbano, possui uma densidade populacional total de 3.640,80 hab./km².

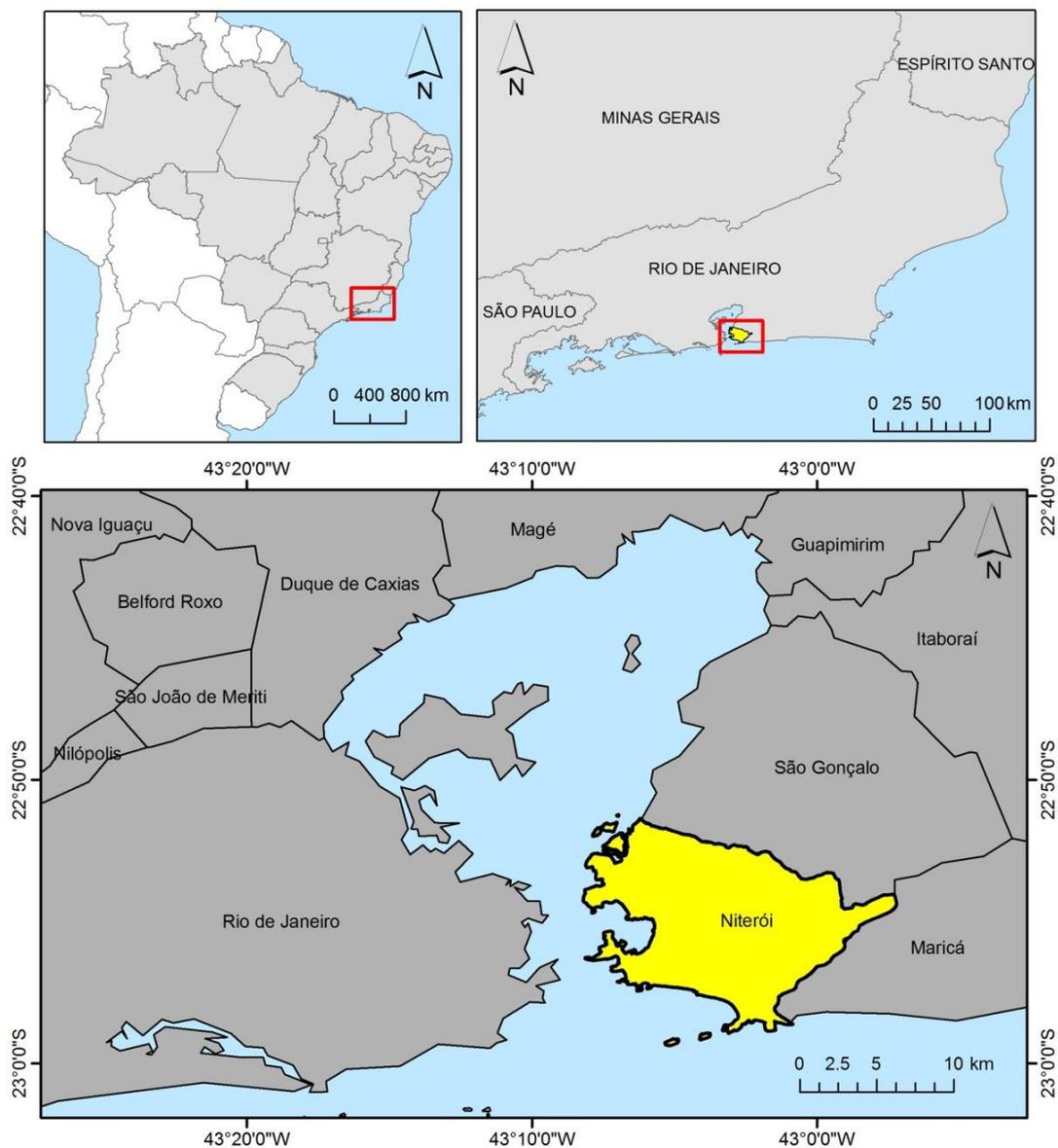


Figura 1. Localização do Município de Niterói.

Cabe ainda ressaltar que o município de Niterói possui 52 bairros, subdivididos em 907 setores censitários. Estas unidades territoriais delimitam uma área de aproximadamente 133,916 km², tendo como limites a Baía de Guanabara e os municípios de Maricá e São Gonçalo. Estas unidades territoriais ainda se caracterizam pela presença das lagoas de Piratininga e Itaipu, que juntas representam, segundo dados desta pesquisa, aproximadamente 3,12 % da área total do município (figura 2).

Este trabalho faz parte das pesquisas realizadas no âmbito do Laboratório de Pesquisas do Observatório Geográfico do Leste Metropolitano do Rio de Janeiro (OBGEO-LMRJ), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores.

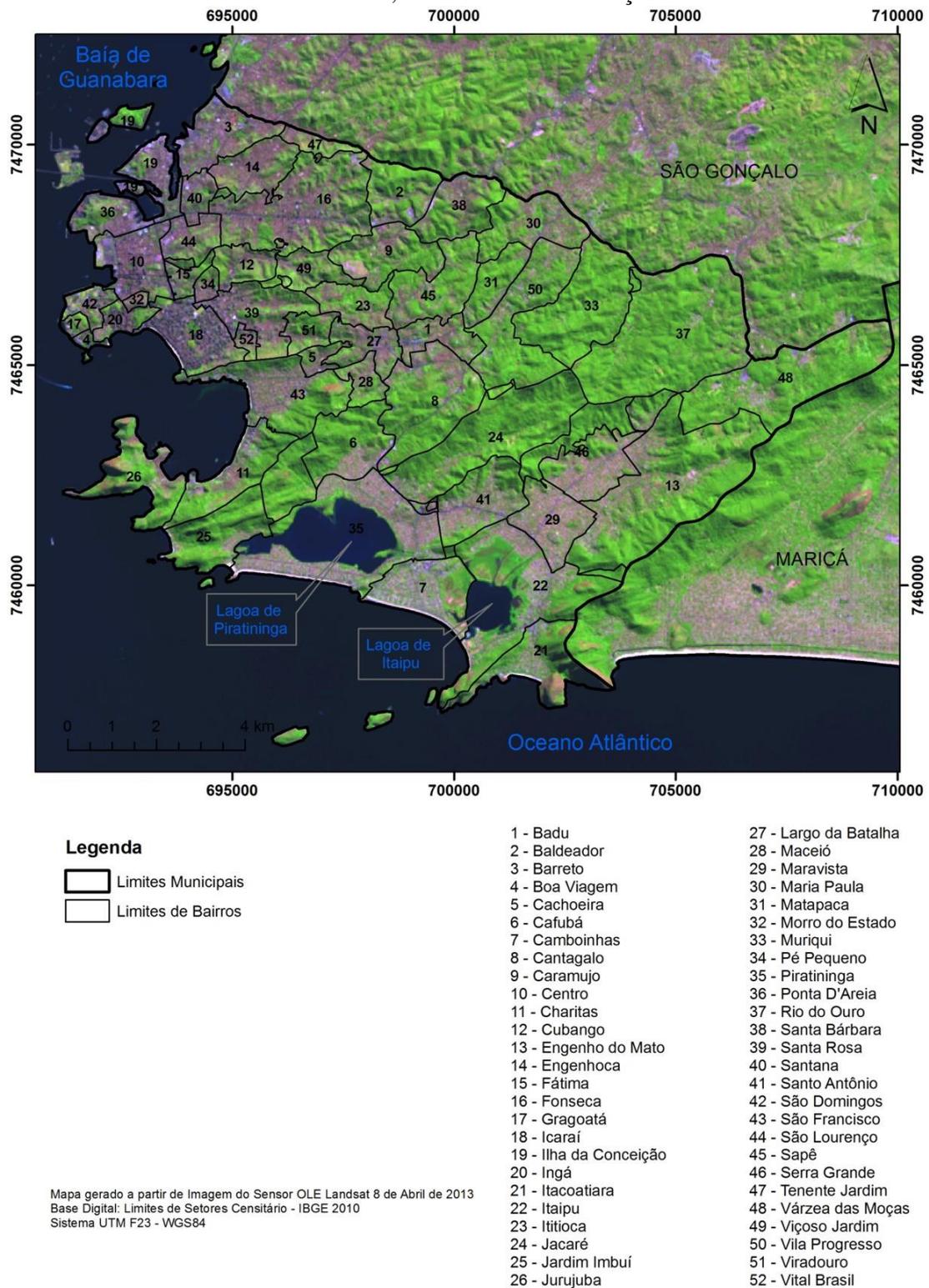


Figura 2. Distribuição dos Bairros em Niterói-RJ.

2. Metodologia de Trabalho

O processo de classificação de imagem baseada em objetos começou com a aquisição de uma cena do sensor OLI, transportado pelo satélite Landsat 8, adquirida no mês de abril, do ano de 2013. O sensor OLI tem por característica a geração de imagens em nove bandas espectrais, incluindo uma banda pancromática. Além disso, permite a geração de imagens com resolução espacial de 30m (pancromática com 15m) e resolução radiométrica de 12 bits.

Segundo Kalaf *et al.* (2012) as mudanças relacionadas à resolução radiométrica da imagem não foram os únicos avanços na nova versão das imagens Landsat 8, uma vez que, nas versões anteriores, as imagens eram geradas em 8 bits. Outro importante ganho relaciona-se ao posicionamento das mesmas, já que em teste realizados para o estado do Rio de Janeiro, em diferentes condições de relevo, comprovam a adequação destes produtos às escalas de 1:100.000, sem a necessidade de correções em seu posicionamento.

A imagem OLI da área de estudos foi adquirida gratuitamente a partir do *Earth Explorer* (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) e incorporada ao software *Definiens 7.0*, para posterior classificação baseada em objetos (GEOBIA). Nesta etapa de classificação, foram descartadas as bandas pancromática (banda 8) e *Cirrus* (Banda 9), já que ambas não se adequavam aos objetivos do mapeamento. É importante ainda salientar que no momento de criação do projeto de classificação, a área de mapeamento foi restringida ao menor recorte retangular possível que contemplasse todo o território do município de Niterói.

Diferentemente dos métodos de classificação tradicionais, a GEOBIA possibilita o uso de diferentes atributos dos objetos para sua diferenciação e classificação, não se limitando às cores e tons. Desta forma, passa a ser possível integrar, no processo de classificação, dados de outras origens (não só as imagens), determinar limiares *fuzzy* (não só booleanos), hierarquizar geometrias e itens de legenda, entre outros. O GEOBIA utiliza ainda os polígonos gerados na segmentação para definição dos objetos de imagem a partir de um conjunto de dados; no presente caso, as bandas da imagem OLI Landsat 8. As características espectrais relacionadas à forma e relações de vizinhança são as informações utilizadas na descrição destes objetos. A partir destes descritores os objetos podem ser agrupados em categorias com significado ou em classes temáticas (DEFINIENS, 2010).

A GEOBIA ainda se diferencia das demais técnicas por apresentar a possibilidade de se realizar multissegmentações, gerando níveis hierarquizados, incluindo ainda aspectos de multirresolução. Esse processo de classificação considera muitos tipos de descritores, tratando-os como parâmetros caracterizadores dos objetos, tais como: cor, textura, tamanho, forma, padrão, localização, contexto, etc. Portanto, a inserção destes elementos, ou seja, do conhecimento do intérprete no processo, consiste em uma alternativa para a distinção de alvos que espectralmente apresentam dificuldades de serem mapeados. A caracterização dos objetos da imagem não pode limitar-se apenas a atributos espectrais, pois estes, muitas vezes, não conseguem delimitar objetos complexos (DEFINIENS, 2010).

Após a geração do projeto de classificação, restrito ao retângulo envolvente correspondente ao município de Niterói, foi aplicado o processo de segmentação na imagem. A metodologia OBIA permite a segmentação em multirresolução, que realiza a fusão de regiões (*region-merging*), na qual os segmentos da imagem são agrupados par a par, usando a técnica de crescimento de regiões (LEONARDI *et al.* 2009). Para este trabalho diferentes parâmetros de segmentação foram testados, e após sucessivos testes e análises a imagem foi segmentada com valores de escala 100 (forma 0,1 e compacidade 0,5).

Em seguida foi construída a rede hierárquica de classificação. No primeiro momento foram separadas as classes de corpos hídricos e outros usos. Posteriormente foram classificados o afloramento rochoso, cordões arenosos, áreas úmidas, floresta, pastagens, solo exposto e as classes de "urbano". Por fim, foram classificados os usos urbanos em seus

diferentes níveis (figura 3). Os descritores utilizados para a modelagem e posterior classificação foram às médias das bandas, o desvio padrão das bandas e o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*).

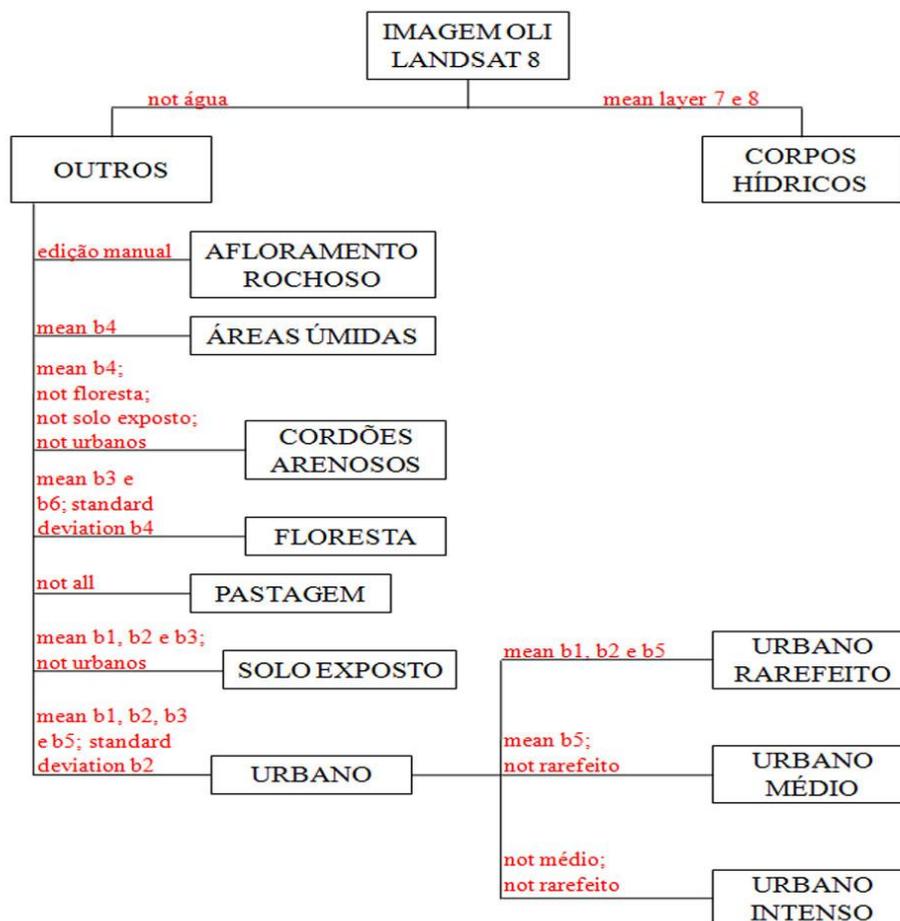


Figura 3. Fluxograma de representação dos descritores e dos níveis de classificação do uso e cobertura da terra.

Depois do processo de modelagem e classificação, o mapa foi submetido ao processo de edição, para pequenas correções. Este processo foi baseado em dados de campo e consultas ao *Google Earth*. Finalizando todas estas etapas, tivemos como resultado final o mapa de Uso e Cobertura da Terra para o município de Niterói, em escala de 1:100.000. Este mapa foi finalmente exportado em formato *shape*, para então ser trabalhado em ambiente SIG.

3. Resultados e Discussão

A partir do mapeamento do uso e cobertura da terra (figura 4) gerou-se um mapa, onde se observa a organização espacial dos usos e coberturas da terra no município de Niterói. Este mapa permitiu a quantificação da área total e o percentual de cada uma das classes (tabela 1). O que permite a melhor compreensão da distribuição espacial do uso e cobertura da terra da área analisada.

Analisando o mapa, nota-se que o município é dividido basicamente entre áreas de floresta, localizadas principalmente em áreas de relevo íngreme e unidades de conservação, correspondente a 47,76% da área total. Salienta-se ainda que esta classe engloba praticamente todos os tipos de vegetação, em diferentes estados de conservação, excluindo a vegetação de gramíneas.

Mapa de Uso e Cobertura da Terra de Niterói

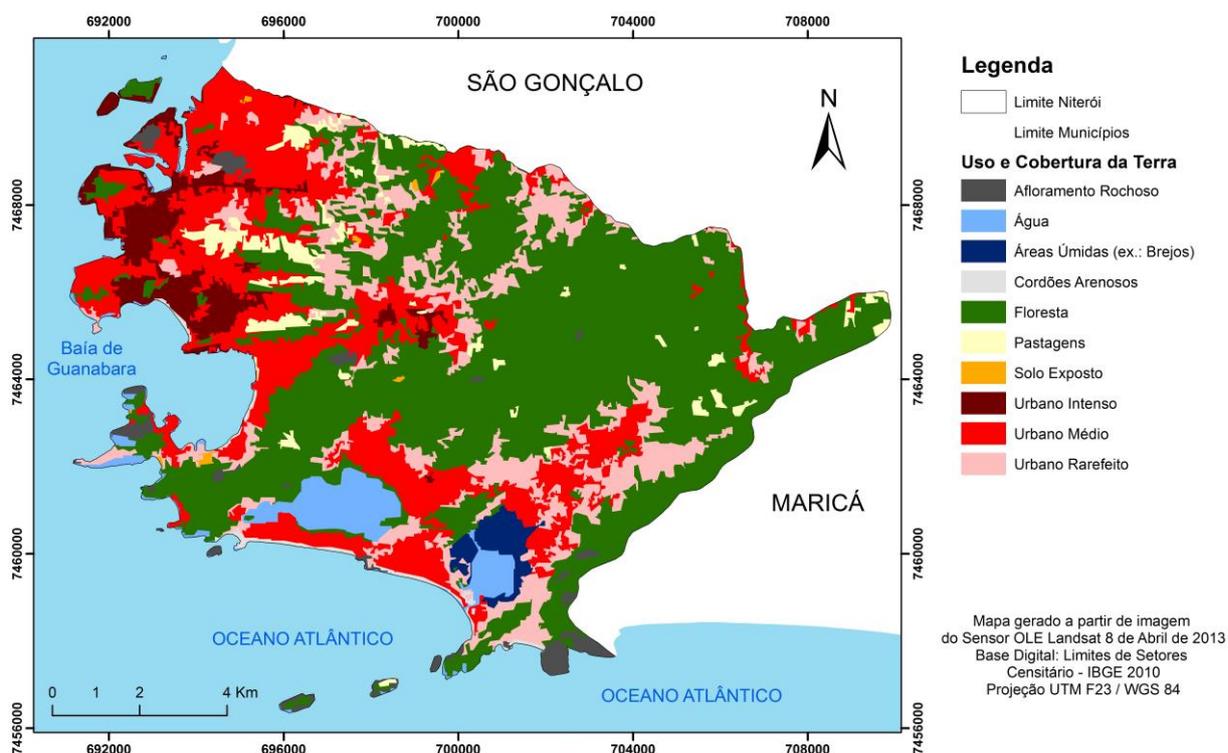


Figura 4. Mapa de Uso e Cobertura da Terra do município de Niterói (2013)

A maior parte da cobertura de floresta localiza-se para o interior do município e em áreas de maior altitude, afastadas do centro da cidade. Podemos inferir com essa característica, até em comparação com a localização das áreas urbanas, de que a cobertura de floresta representa uma área de expansão de reserva para a cidade.

Tabela 1. Área e Percentual do atual estado do município de Niterói

Classes	Área por Km ²	Percentual
Afloramento Rochoso	2635,90	1,97%
Água	5090,47	3,80%
Áreas úmidas (ex.: Brejos)	1786,16	1,33%
Cordões Arenosos	791,89	0,59%
Floresta	63954,87	47,76%
Pastagens	3967,31	2,96%
Solo Exposto	244,56	0,18%
Urbano Intenso	6398,45	4,78%
Urbano Médio	30382,47	22,69%
Urbano Rarefeito	18665,22	13,94%
Total	133917,31	100,00%
*Urbano Geral	55446,13	41,40%

*Urbano Geral é a soma das três classes de urbano classificadas.

A cobertura de floresta ainda é bem presente no município, embora tenha sido degradada por uma série de pressões advindas principalmente de "efeitos" produzidos pela cidade, e esteja quase que totalmente num estado precário de preservação.

As classes de urbano totalizam 41,40% de toda área do município. Neste caso, percebe-se que ocorre a concentração de áreas classificadas como urbano intenso na parte noroeste do município, próximas ao litoral, destacando-se os bairros do Centro e Icaraí. Porém, dentre as classes de urbano, a que mais se destacou foi à classe de urbano médio, com 22,69% da área total do município, se concentrado principalmente, nas regiões das planícies de inundação, no caso, nas áreas de menor altitude. Nota-se ainda que o urbano rarefeito concentra-se, em sua maioria, mais distante do litoral, e comparando-o com o relevo do município, percebe-se que o crescimento do mesmo é em direção as áreas mais elevadas.

As outras classes têm uma menor representatividade na escala trabalhada. Com os afloramentos rochosos apresentando 1,97%, áreas úmidas 1,33%, cordões arenosos 0,59%, pastagens 2,96% e solo exposto 0,18%. Porém, a partir do trabalho de campo, concluímos que a restinga, que embora seja presente no município, não é bastante significativa para ser classificada e discretizada na escala do mapeamento (1:100.000).

4. Conclusões

A utilização da metodologia de classificação baseada em objeto representou um menor esforço de edição se comparada aos outros métodos de classificação supervisionada. É importante ressaltar que esta técnica otimizou o tempo da pesquisa, porém não substituiu a importância do conhecimento prévio da área e os trabalhos de campo, pois ainda foi necessário fazer correções e edições manuais após a classificação.

Os resultados ainda destacam a importância do relevo e outros condicionantes naturais (como a proximidade com o litoral) para a ocupação histórica e atual do município de Niterói. Esta importância marca ainda a divisão de alguns bairros, que em grande parte são separados por maciços costeiros.

Ressaltamos ainda que a análise mais precisa e detalhada com vegetação torna-se fundamental para a análise do uso e cobertura da terra no município de Niterói. Nota-se a presença de um significativo quantitativo de floresta que precisa ser melhor investigado e detalhado, principalmente se considerarmos seu estado de conservação.

Também é importante destacarmos que os resultados desta pesquisa serão utilizados em análises futuras, estando todos os dados armazenados em formato digital para serem utilizados em plataformas SIG. Pretende-se futuramente realizar a melhor análise da distribuição da população por metodologia *people in pixel*, fazendo uso de dados censitários e outros levantamentos.

5. Agradecimentos

Agradecemos ao Cetreina-UERJ pelo fornecimento de bolsas de estudo.

6. Referências Bibliográficas

CRUZ, C.B.M., VICENS, R.S., SEABRA, V.S., REIS, R.B., FABER, O.A., RICHTER, M., ARNAUT, P.K.E., ARAUJO, M. **Classificação orientada a objetos no mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica, na escala 1:250.000.** XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, Florianópolis, Brasil. 2007.

DEFINIENS, *The Principles of Definiens Cognition Network Technology*. Disponível em: <http://earth.definiens.com/learn/technology>. Acesso em 15/01/2010.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Base de informações do Censo Demográfico 2010: resultados da Sinopse por setor censitário**. Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão. Centro de Documentação e Disseminação de Informações. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/resultados>. 2010.

KALAF, R.; BRASILEIRO, R.; CARDOSO, P. V.; CRUZ, C.B.M. **LANDSAT 8: Avanços para Mapeamentos em Mesoescala**. Anais da 2ª Jornada de Geotecnologias do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2012.

LEONARDI, F.; ALMEIDA, C. M.; FONSECA, L. M. G.; CAMARGO, F. F. **Avaliação Comparativa entre Classificação Supervisionada por Regiões e Orientada a Objeto para Imagens de Alta Resolução Espacial: Cbers 2B-HRC e QuickBird**. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, INPE, P. 981-988., 25-30 de Abril de 2009.

SEABRA, V. S. **Análise da paisagem em apoio aos estudos de favorabilidade à recuperação florestal na bacia hidrográfica do rio São João**. Tese de Doutorado. 189 p. PPGG-UFRJ. Rio de Janeiro. 2012.