

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO POR
DIFERENTES UNIDADES DE REPRESENTAÇÃO: UM
ESTUDO DE CASO PARA O MUNICÍPIO DE NITERÓI-RJ**

**ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF THE POPULATION
IN DIFFERENT UNITS REPRESENTATION: A CASE STUDY
FOR MUNICIPALITY OF NITERÓI-RJ**

**Vinicius da Silva Seabra¹, Andreilino de Oliveira Campos¹, Nilo Sérgio
d'Ávila Modesto¹, Duclerc Siqueira Neto², Mariana Ribeiro Correia²,
Evelyn de Castro Porto Costa² & Arthur Alves Bispo dos Santos²**

¹Programa de Pós Graduação em Geografia - UERJ-FFP

²Departamento de Geografia da Faculdade de Formação de Professores - UERJ-FFP
{vinigeobr, evelynportocosta}@yahoo.com.br,
andrelinocampos, olingeol, arthurdossantos26}@gmail.com,
ducsiq@hotmail.com, marianamc@ymail.com.

Recebido 21 de janeiro de 2014, aceito 25 de março de 2015

RESUMO - Muitos problemas são colocados quando discutimos os critérios e escolhas relacionados à representação espacial. O equívoco ou desconhecimento de conceitos e limitações relativas à Cartografia podem incorrer em erros ou confusões na interpretação de fenômenos ou eventos geográficos. Sendo assim, este trabalho tem por objetivo discutir a escolha de diferentes unidades espaciais de representação e as mudanças da percepção da distribuição da densidade demográfica, no município de Niterói-RJ, a partir da adoção dos bairros, setores censitários e os pixels como unidades de representação destas informações. Para atender estes objetivos, foram utilizados dados censitários e modelo *people in pixel*, para a representação da densidade populacional. A aplicação deste modelo depende da geração do mapa de uso e cobertura de Terra (1:100.000), que neste trabalho foi gerado sobre uma imagem do sensor *Operational Land Imager* (OLI), do satélite Landsat 8, do ano de 2013. As técnicas de sobreposição, e demais análises espaciais, foram geradas a partir de operações efetuadas em plataforma SIG, utilizando-se de dados censitários e trabalhos de campo. Os resultados apontam

consideráveis diferenças entre as três formas de representação, ou seja, por bairros, setores e *pixels*. Além de mostrar diferentes distribuições das classes de densidade populacional, homogeneizadas para as três unidades espaciais, os resultados chamam a atenção para o cuidado que devemos ter ao fazermos escolhas inerentes a interpretação destas informações. Todos os resultados gerados serão disponibilizados para outros estudos desenvolvidos pelo 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.

Palavras-chave: *People in Pixel*, unidades espaciais de análise e representação, GEOBIA, análise espacial e geoprocessamento.

ABSTRACT. Many problems are posed when discussing the criteria and choices related to spatial representation. The mistake or lack of concepts and limitations relating to cartography may incur errors and confusion in the interpretation of geographical phenomena or events. Therefore, this paper aims to discuss the choice of different spatial units of representation and changes the perception of the distribution of population density in the municipality of Niterói-RJ, with the adoption of the districts, census tracts, and pixels as units representation of this information. Were used to meet these objectives, census data and people in pixel model, according Carreño & Cruz (2011) for the representation of population density. The application of this model depends on the generation an map of land cover and land use (1:100,000), and this map was generated over an image of the *Operational Land Imager* (OLI) sensor, Landsat 8, the year 2013. The overlay techniques, and other spatial analyzes were generated from operations on GIS platform, doing the same census data and visits to neighborhoods. The results indicate considerable differences between the three forms of representation, i.e., by neighborhoods, sectors and pixels. Besides showing different distributions of the classes of population density, homogenized for three spatial units, the results highlight pro care we should have when we make choices inherent in interpreting this information. All

results generated will be available to other studies conducted by the Research Laboratory of Geographic Centre East Metropolitan of Rio de Janeiro (OBGEO-LMRJ), State University of Rio de Janeiro, School of Teacher Education.

Keywords: People in pixel, spatial units of analysis and representation, GEOBIA, spatial analysis and geoprocessing.

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 diagnósticos eficientes, propõe soluções de baixo custo e cria alternativas otimizadas para as questões enfrentadas diante das mudanças aceleradas que observamos atualmente.

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.

A necessidade de se trabalhar todos estes conjuntos de dados, de naturezas e fontes diversas, possibilitando análises de forma mais diversificada e integradora, promove uma incorporação crescente do uso das geotecnologias como suporte as análises em geografia. O uso destes instrumentos torna-se ainda mais importante quando tratamos de estudos que envolvam análises das mudanças ocorridas no espaço, onde temos uma enorme heterogeneidade de atores envolvidos em organização, e diferentes outras condições diversificando o seu uso.

No entanto, alguns problemas são colocados à discussão quando utilizamos as geotecnologias no processo de investigação científica. O emprego incorreto de alguns conceitos e/ou técnicas resulta em representações equivocadas da superfície terrestre, apresentando muitas vezes interpretações errôneas dos fenômenos ou processos presentes no espaço geográfico. O surgimento de novas tecnologias relacionadas à aquisição e manipulação de dados da superfície terrestre, destacadamente a cartografia assistida por computadores (CAC), os sistemas de informação geográfica (SIG), o sensoriamento remoto (SR) em base orbital e o Sistema de Navegação Global por Satélite (GNSS), trouxeram a tona novas discussões conceituais quanto aos métodos de representação do espaço geográfico.

Podemos adotar como ponto de partida para a reflexão em torno dos perigos e cuidados ligados a representação do espaço a afirmação de Martinelli (2006), que aponta que a construção dos mapas temáticos tem início a partir da delimitação de parte da realidade a ser representada pelo usuário interessado em, a partir de uma problematização, buscar respostas às questões antes colocadas. De acordo com os interesses do pesquisador, são escolhidos os melhores métodos a serem adotados para a representação gráfica de fenômenos ou objetos presentes na

superfície terrestre. Estas escolhas vão desde adoção dos primitivos gráficos a serem utilizados para cada objeto (pontos, linhas, polígonos), passando pelo tipo de categoria dos atributos de cada feição mapeada (quantitativo, qualitativo, data, etc.) até a melhor escala e unidade espacial de representação.

Diferentes estudos chamam atenção para o problema das escolhas que são feitas para construção das diferentes representações cartográficas. Trabalhos importantes como *How to lie with maps* (como mentir mapas) de Monmonier (1991) e *The power of maps* (o poder dos mapas), publicado por Wood (1992) apontam que muitas vezes estas escolhas podem induzir a uma leitura incorreta do mapa, e conseqüentemente a uma interpretação incorreta dos fenômenos que ocorrem na superfície terrestre. Desta maneira podem ocultar diferentes interesses, sobretudo de grandes corporações e organizações interessadas em manipular os diferentes modelos de representação, inclusive os modelos cartográficos.

Segundo Monmonier (1991) a grande maioria de equívocos cometidos nos estudos que fazem uso das ciências cartográficas e/ou geoinformação, repousa no uso incorreto dos sistemas projetivos, no cálculo de áreas em superfícies plana, no uso incorreto dos sistemas geodésicos de referência, na má aplicação dos conceitos de escala, resolução e generalização e ainda, articulando-se à escala, na escolha das unidades espaciais de representação. Muitas das vezes estes erros ultrapassam o limite do aceitável, gerando informações distorcidas dos fenômenos observados.

Sendo assim, a proposta deste artigo é discutir uma das escolhas que fazemos ao representar cartograficamente o espaço geográfico, que é a adoção da unidade espacial de representação. Dentro desta perspectiva, faremos a análise da distribuição da população por diferentes unidades espaciais de representação, sendo elas: os bairros; os setores censitários; e o *pixel*. Para a representação

por *pixel* faremos uso da metodologia *people in pixel*, já adotada por diferentes pesquisas, inclusive em diferentes regiões do estado do Rio de Janeiro. Neste contexto podemos destacar os trabalhos de Cruz *et. al.* (2001 e 2007a), Nogueira (2005), Mendel (2010), Carreño (2010), Carreño e Cruz (2011) e Pinto (2011).

A criação do modelo de representação da população por pixel, adotado nesta pesquisa, se deu no Laboratório Espaço de Sensoriamento Remoto da Geografia da UFRJ. O objetivo de criação deste modelo foi o de tornar possível a construção de superfícies contínuas para representar a distribuição espacial da população, apoiada na interpretação e classificação de produtos do Sensoriamento Remoto, especificamente imagens de satélite. Ou seja, este modelo busca espacializar os dados totais de população à unidade mínima da imagem, o pixel.

Para os estudos aqui propostos tomaremos 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, através dos dados do IBGE Cidades (disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br>), o município de Niterói que é predominantemente urbano, possui uma densidade populacional total de 3.640,80 hab./km².

Cabe ainda ressaltar que o município de Niterói possui 52 bairros, subdivididos em 907 setores censitários. Estas unidades territoriais delimitam uma área de 133,916 km², tendo como limites a Baía de Guanabara e os municípios de Maricá e São Gonçalo. O território do município de Niterói ainda se caracteriza 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**).

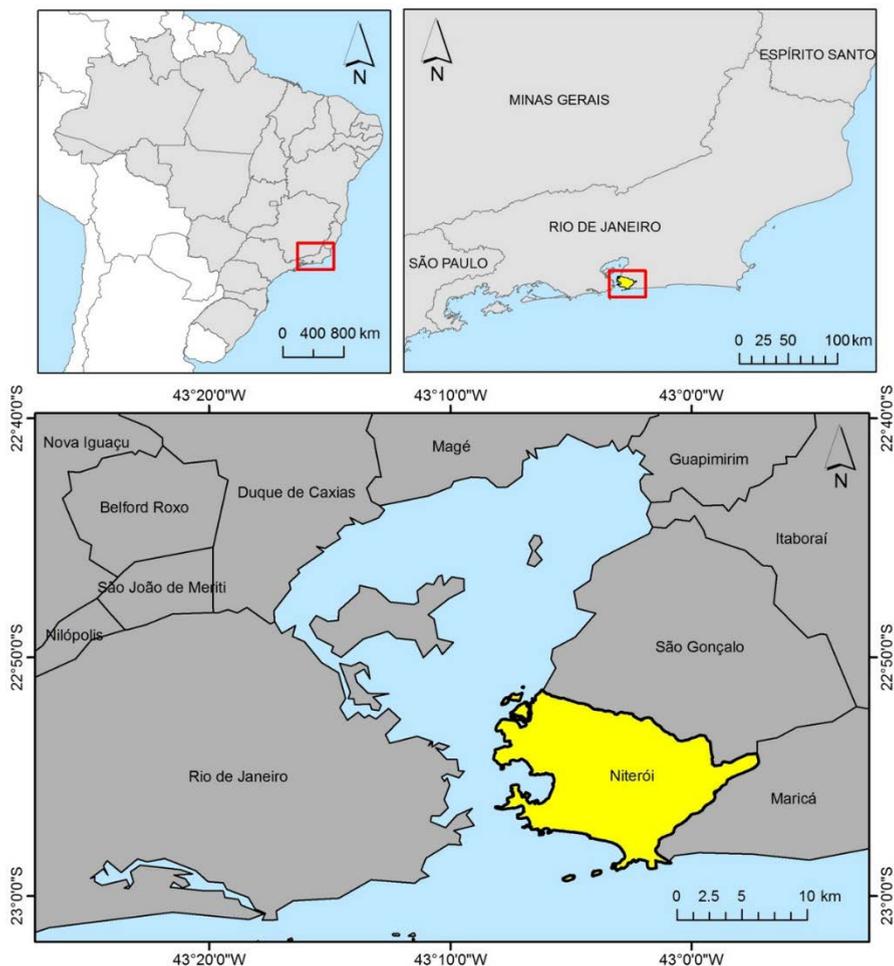
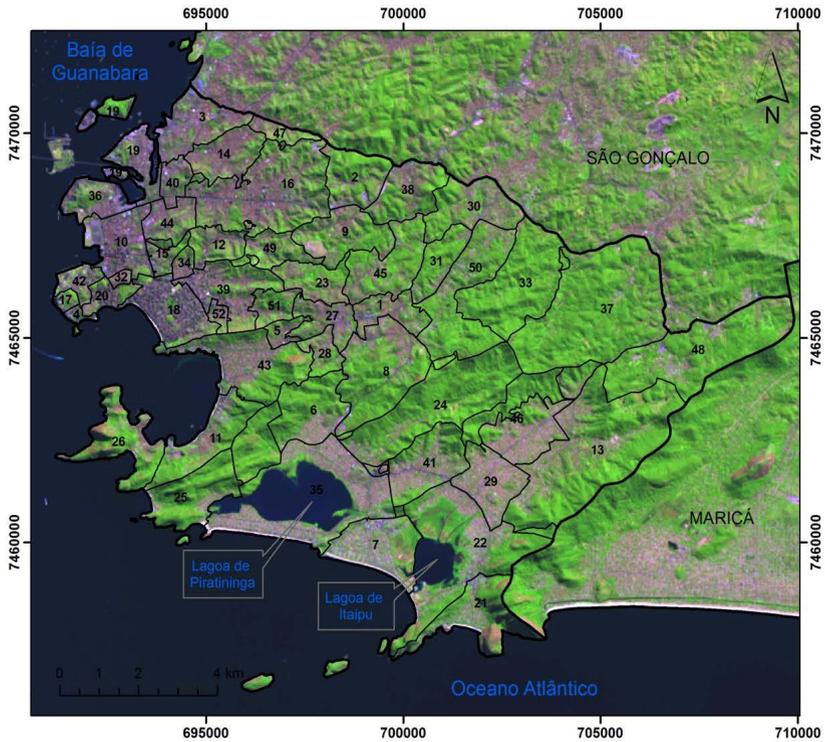


Figura 1: Localização do Município de Niterói.

AS UNIDADES ESPACIAIS DE REPRESENTAÇÃO E ANÁLISE ESPACIAL

As ciências e/ou ramos do conhecimento que fazem uso de dados ou informações espaciais para suas análises, devem trabalhar com a localização dos mesmos, basicamente, a partir de duas únicas maneiras: (1) georreferenciando-os, de forma absoluta, a partir de pares de coordenadas; (2) ou associando-os às



Legenda

-  Limites Municipais
-  Limites de Bairros

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 1 - Badu | 27 - Largo da Batalha |
| 2 - Baldeador | 28 - Maceió |
| 3 - Barreto | 29 - Maravista |
| 4 - Boa Viagem | 30 - Maria Paula |
| 5 - Cachoeira | 31 - Matapaca |
| 6 - Cafubá | 32 - Morro do Estado |
| 7 - Camboinhas | 33 - Muriqui |
| 8 - Cantagalo | 34 - Pé Pequeno |
| 9 - Caramujo | 35 - Piratininga |
| 10 - Centro | 36 - Ponta D'Areia |
| 11 - Charitas | 37 - Rio do Ouro |
| 12 - Cubango | 38 - Santa Bárbara |
| 13 - Engenho do Mato | 39 - Santa Rosa |
| 14 - Engenhoca | 40 - Santana |
| 15 - Fátima | 41 - Santo Antônio |
| 16 - Fonseca | 42 - São Domingos |
| 17 - Gragoatá | 43 - São Francisco |
| 18 - Icaraí | 44 - São Lourenço |
| 19 - Ilha da Conceição | 45 - Sapé |
| 20 - Ingá | 46 - Serra Grande |
| 21 - Itacoatiara | 47 - Tenente Jardim |
| 22 - Itaipu | 48 - Várzea das Moças |
| 23 - Itioca | 49 - Viçoso Jardim |
| 24 - Jacaré | 50 - Vía Progresso |
| 25 - Jardim Imbuí | 51 - Viradouro |
| 26 - Jurujuba | 52 - Vital Brasil |

Mapa gerado a partir de Imagem do Sensor OLE Landsat 8 de Abril de 2013
 Base Digital: Limites de Setores Censitário - IBGE 2010
 Sistema UTM F23 - WGS84

Figura 2: Imagem Landsat 8 (OLI) e Divisão por bairros do município de Niterói. Composição Colorida RGB.

unidades espaciais de representação e análise. A união, os municípios e estados, são considerados unidades espaciais de representação e análise, e neste caso, mais precisamente, unidades político-administrativas da República Federativa do Brasil (IBGE, 2010).

Além destas unidades, podemos ainda destacar a existência dos distritos, que são unidades administrativas dos municípios. Sua criação, desmembramento ou fusão dependem de Leis Municipais, que devem observar a continuidade territorial e os requisitos previstos em Lei Complementar Estadual. Os distritos podem ser subdivididos em unidades administrativas denominadas subdistritos, regiões administrativas, zonas ou outra denominação específica.

Já o setor censitário é a menor unidade territorial, formada por área contínua, integralmente contida em área urbana ou rural, com dimensão adequada à operação de pesquisas e cujo conjunto esgota a totalidade do Território Nacional, o que permite assegurar a plena cobertura do País (IBGE, 2010).

A divisão por bairros existe no Brasil apenas para as áreas urbanas, sobretudo para as grandes cidades brasileiras. Esta nem sempre é utilizada para fins administrativos, apesar de que em muitas das vezes traduz melhor a distribuição de algumas variáveis no espaço geográfico. Em duas situações não existem informações espaciais correspondentes aos bairros. A primeira delas aplica-se quando os municípios possuem subdivisão formal de bairros, mas os setores estão fora dos limites legais dos mesmos. E a segunda ocorre quando os municípios não têm subdivisão formal de bairros.

Os bairros poderão ser utilizados para o estudo aqui proposto, uma vez em que o município de Niterói não se encontra em nenhuma das duas situações mencionadas anteriormente, ou seja, possui limites formais de bairros coincidentes com os limites do município.

Além das unidades administrativas, temos ainda a utilização de unidades espaciais “naturais”, tais como, por exemplo: as unidades de paisagem; as bacias hidrográficas; as áreas de domínios (geomorfológicos, de biomas, e etc.), dentre outras. Ao contrário das unidades político-administrativas, as unidades espaciais “naturais” não são delimitadas artificialmente, segundo critérios políticos, culturais ou econômicos. Estas unidades existem em razão da diversidade climática, geomorfológica, biótica, geológica e etc., presente na superfície terrestre. Em razão disto, torna-se muito difícil o trabalho de integração de dados entre as unidades político-administrativas e naturais, uma vez que quase nunca os limites entre estas unidades são correspondentes, inviabilizando muitas vezes a análise conjunta.

A exemplo disto temos a dificuldade de quantificarmos a população existente em uma bacia hidrográfica, uma vez que quase nunca os limites das bacias coincidem com os limites políticos, de um município, por exemplo. Quanto menor a unidade espacial adotada para associar o número de habitantes, menor será o erro causado pela incompatibilidade das unidades

Partindo desta premissa, podemos afirmar que a adoção do *pixel*, como unidade espacial de análise, minimiza ainda mais os erros oriundos da necessidade de integração de dados sociais com dados hidrológicos, por exemplo. O *pixel*, visto aqui, portanto, como uma unidade de análise, é a menor unidade de uma imagem. Ou seja, as imagens de satélite (assim como qualquer outra) são formadas a partir de células de mesmo tamanho, denominadas como *pixels*. As imagens OLI, do satélite Landsat 8, por exemplo, são formadas por *pixels* de 900m², sendo estas células inferiores em muitas vezes à qualquer setor censitário presente no município de Niterói. Neste trabalho nos limitaremos a analisar a distribuição da população a partir dos bairros, dos setores censitários e do *pixel*.

CLASSIFICAÇÃO DE IMAGEM BASEADA EM OBJETOS

A análise da distribuição da população a partir da metodologia de quantificação de pessoas por *pixel* (células) tem início no processo de classificação de imagem baseada em objetos, cujo objetivo é a geração de um mapa de uso e cobertura da terra, em escala de 1:100.000. Para o trabalho em questão, este processo de classificação 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. As bandas do sensor OLI têm por característica 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 (*GEOgraphic-Object-Based Image Analysis* - GEOBIA). Nesta etapa de classificação, foram descartas 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 (**Figura 2**).

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 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).

Cruz *et. al* (2007b) apontam que a classificação baseada em objetos geográficos busca simular técnicas de interpretação visual através da modelagem do conhecimento para identificação de feições, baseada na descrição de padrões identificadores, tais como textura, cor, métrica, contexto. Reis (2009) destaca ainda que a classificação baseada em objetos veio para suprir os tradicionais classificadores que tinham como base apenas os atributos espectrais, que não permitiam o uso de dados de diferentes resoluções e que não tratavam as classes de forma individualizada.

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. O sistema *Definiens Developer* utiliza 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, cor 0,8 e compacidade 0,2.

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 os afloramentos rochosos, 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 as médias das bandas, o desvio padrão das bandas e o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*).

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 (**Figura 4**). Este mapa foi finalmente exportado em formato *shape*, para então ser trabalhado em ambiente SIG.

CONSTRUÇÃO DE MODELO *PEOPLE IN PIXEL* PARA O MUNICÍPIO DE NITERÓI-RJ

A construção do modelo *people in pixel* teve início com a própria elaboração do mapa de uso e cobertura da Terra. O segundo passo se deu com a reclassificação da legenda do mapa de uso e cobertura da Terra em classes de intensidade de ocupação (**Figura 4**). As classes resultantes desta generalização foram definidas como:

- Não Habitado: Áreas dos espelhos d'água das lagoas de Itaipu e Piratininga, as áreas com coberturas de cordões arenosos, afloramentos rochosos e solo exposto.

- Ocupação Isolada: Áreas de Pastagens, florestas e áreas úmidas.

- Ocupação Rarefeita: Áreas de Urbanização Rarefeita

- Ocupação Moderada: Áreas de Urbanização Média

- Ocupação Intensa: Áreas de Urbanização Intensa

Foi também construído o mapa de habitantes por bairros no município de Niterói (**Figura 5**), para analisarmos a distribuição da população do município por esta unidade espacial de representação (bairro). Em seguida foi realizado o cruzamento dos limites dos setores censitários, com atributos de população, com o mapa de intensidade de ocupação (**Figura 6**). Foram então denominados como “Não Habitado” os setores censitários sem população (15 no total), ou seja, os setores em que, segundo o CENSO 2010, a população residente é igual a 0. Os setores censitários sem população são, segundo o IBGE, “*os setores que não possuem domicílio com morador e são compostos por pelo menos um domicílio particular permanente de uso ocasional e/ou vago e/ou domicílio coletivo sem morador*” (IBGE, 210).

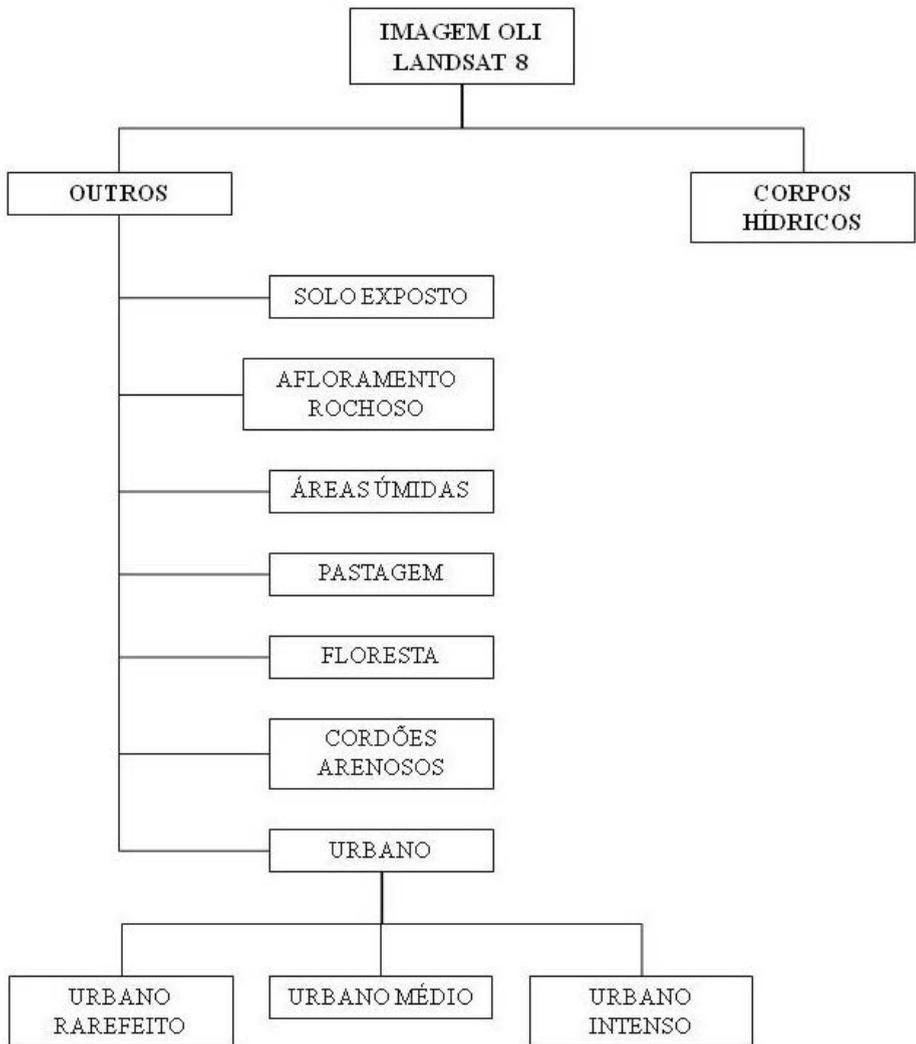


Figura 3: Fluxograma de representação dos níveis de classificação do uso e cobertura da terra.

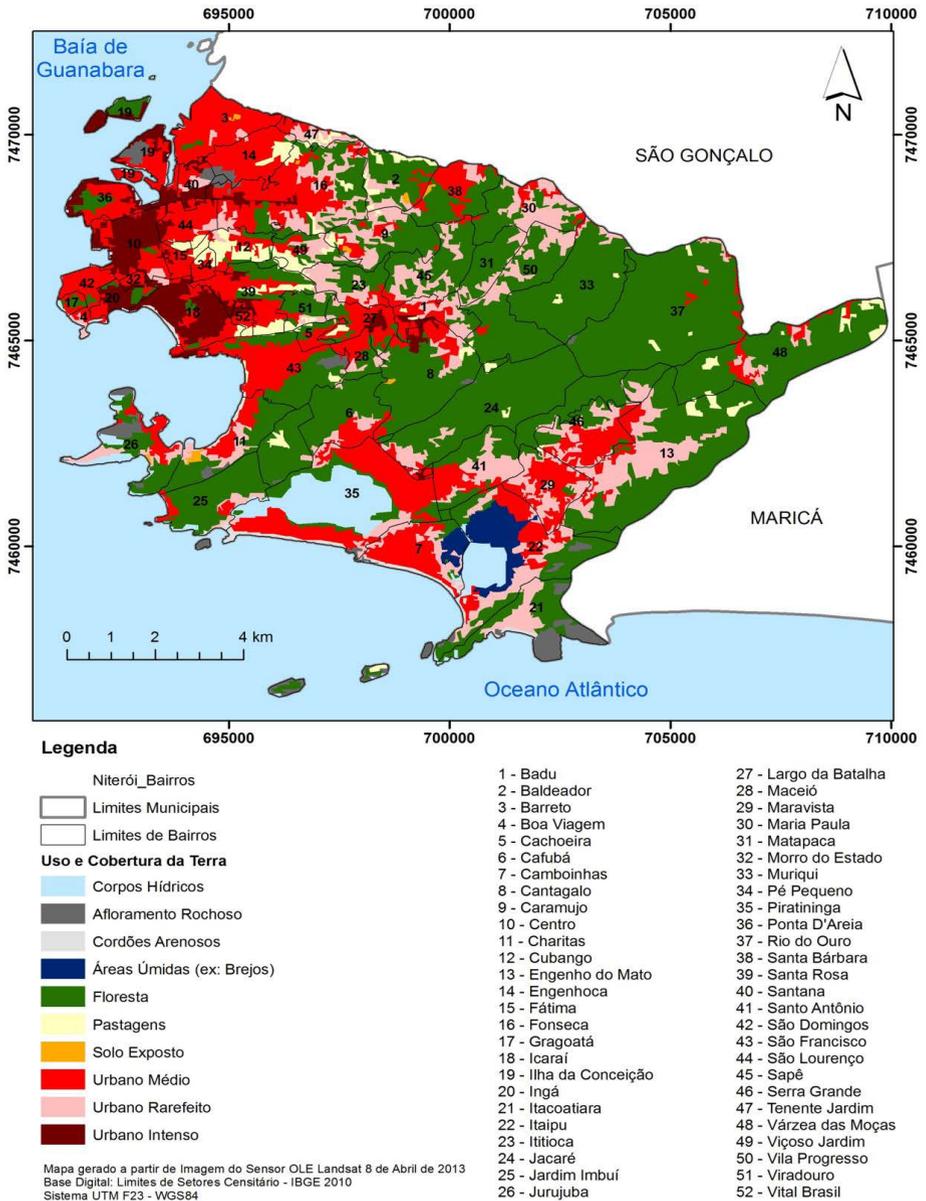


Figura 4: Mapa de Uso e Cobertura da Terra e Divisão de Bairros do município de Niterói (2013).

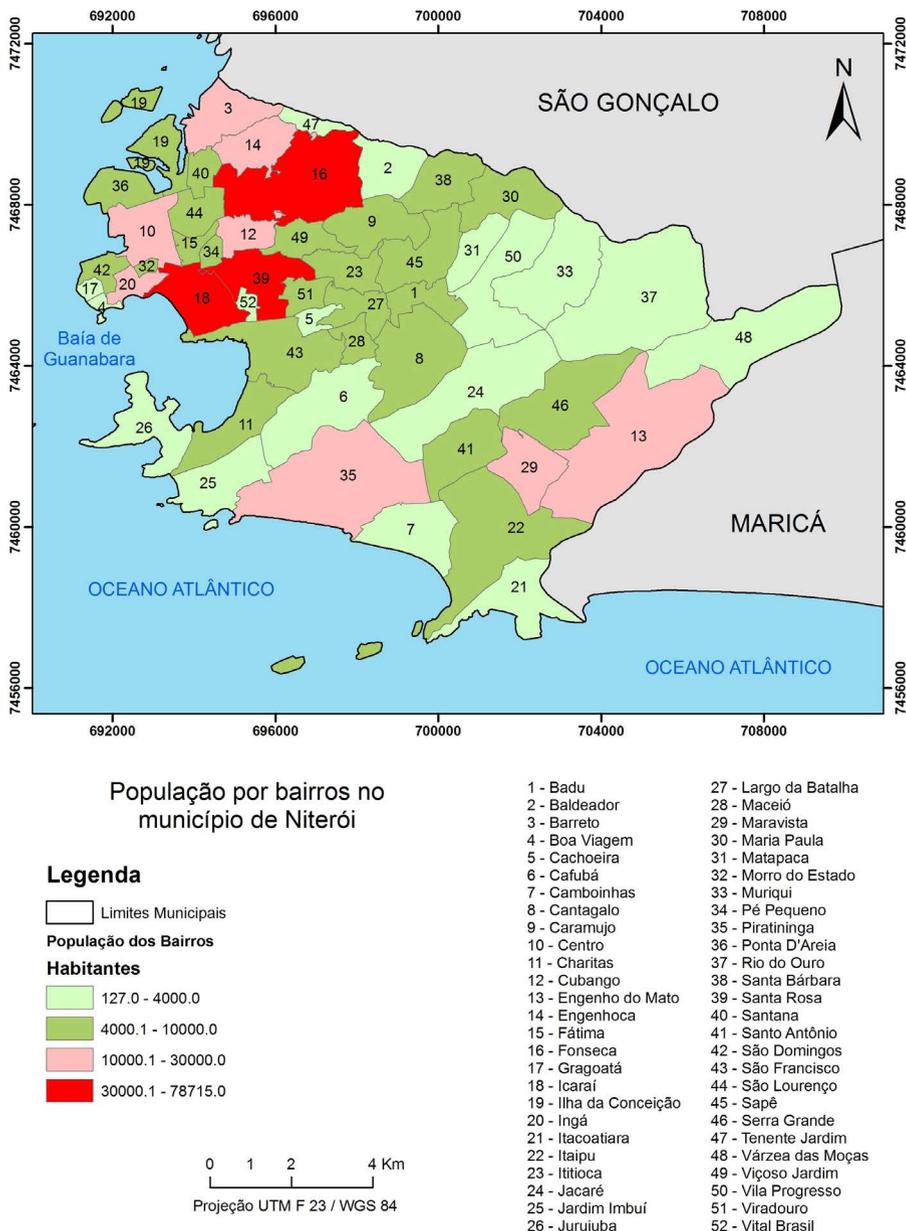


Figura 5: População por bairros no município de Niterói.

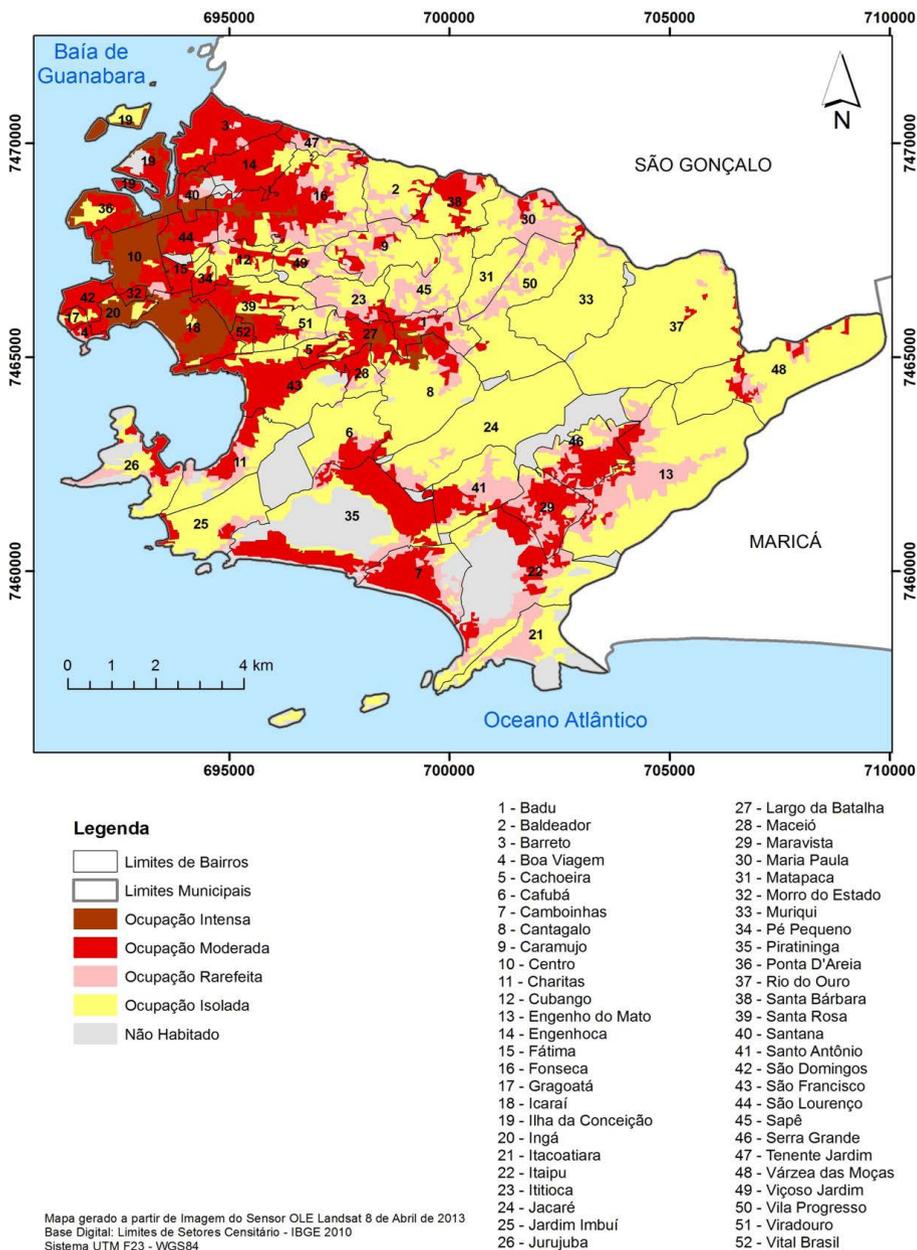


Figura 6: Mapa de Intensidade de Ocupação

O passo seguinte para a elaboração do modelo *people in pixel* foi a definição dos pesos de cada uma das classes de ocupação. Levando em consideração que as áreas de ocupação isolada têm peso 1, quantas vezes mais pessoas existem nas demais classes? Para chegarmos até esta solução, devemos realizar amostras dos setores censitários inteiramente inseridos em cada uma das classes de ocupação e calcularmos a proporção da população destes em relação à classe de ocupação isolada (peso 1). A seleção dos setores amostrais foi realizada a partir de análise espacial no software ArcGIS 9.3, a partir de consulta espacial (*Select by Location*), com a função completamente contido (*completely contain*). Desta maneira pudemos estimar quantos habitantes existem, por pixel, para as diferentes classes de ocupação urbana no município de Niterói.

A partir do cálculo das médias das amostras de setores contidos em cada uma das classes de ocupação pudemos extrair o peso de cada uma delas, como exposto na tabela a seguir:

Quadro 1: Pesos para as classes de intensidade de ocupação

Classe	Peso
Ocupação Isolada	1
Ocupação Rarefeita	1,20
Ocupação Moderada	8,44
Ocupação Intensa	8,23

A maior surpresa para o mapeamento foi ter encontrado um peso maior para a ocupação moderada, e não para as áreas de ocupação intensa. Observando cuidadosamente o mapa de uso e cobertura da Terra, percebemos que as classes de ocupação intensa estão restringidas, principalmente, a 3 bairros de Niterói: Ingá, Icaraí e Centro. A partir de trabalhos de campo e consultas às especialistas, elaboramos uma hipótese para esta diferença.

Em relação ao bairro do Centro, apesar de termos uma grande área construída, temos um número mais reduzido da ocupação por conta da grande quantidade de escritórios e outros setores de serviços. Sua relação de habitantes por domicílio (1,95) é inferior a todos os demais bairros caracterizados por uma urbanização moderada (aproximadamente 2,7). Já os bairros do Ingá e Icarai, apesar de serem predominantemente residenciais, abrigam uma população predominantemente de classe média alta, com prédios predominantemente luxuosos e grandes, o que aumenta em muito a área construída e reduz a relação de habitantes por domicílio (aproximadamente 2,4).

Este aspecto não foi observado, ou pelo menos relatado, nos outros trabalhos que fizeram uso do modelo *people in pixel*. O caso do Centro da cidade de Niterói em muito se assemelha com o Centro do Rio de Janeiro, segundo mencionado por Nogueira (2005) e Cruz *et. al.* (2001 & 2007a), mas circunstâncias semelhantes às encontradas nos bairros de Ingá e Icarai não foram ainda relatadas. Tais aspectos nos fazem refletir sobre a nomenclatura das classes, que fazem referência à intensidade de ocupação, quando na verdade têm uma relação direta com a área construída.

Neste trabalho resolvemos manter a nomenclatura das classes para evitar disparidades com o modelo original. Contudo, abrimos uma linha de discussão com a pretensão de, em trabalhos futuros, estudarmos uma proposta de legenda que melhor atenda ao modelo *people in pixel*.

A finalização da classificação em superfície contínua pode ser executada a partir da aplicação do modelo *people in pixel* adaptado por Carreño & Cruz (2011) e Pinto (2011) para cada um dos 52 bairros do município de Niterói (fig. 7), conforme descrito a seguir:

$$\text{Tot_var_pix}(i) = \text{tot_var_set}(j) * \text{peso}(i) / \Sigma \text{pesos}$$

Onde:

Tot_var_pix(i) – Total de pessoas por pixel pela classe de ocupação (*people in pixel*)

Tot_var_set(j) – Total da populacional população do bairro

Peso – peso da classe (i)

Σpesos – somatório dos pesos das classes encontradas no bairro

Cabe ressaltar que aplicação foi feita, separadamente, para cada um dos 52 bairros. Os resultados foram importados para o SIG, onde foi construído o modelo numérico de representação da população por *pixels*. Também foram elaborados os mapas de densidade de ocupação por bairros e por setores censitários, para então podermos efetuar as comparações entre as 3 formas de representação.

O cálculo final de pessoas por *pixel*, que originalmente representa o número de pessoas por 900m² (tamanho da célula), foi convertido (normalizado) para pessoas por quilometro quadrado (km²) para que pudéssemos efetuar a comparação entre o mapa de densidade populacional construído para setores e bairros com o mapa de pessoas por *pixel*. Este mapa serve apenas para efeito de comparação, já que a mudança de unidade requer também uma mudança do tamanho original da célula, e neste caso, com perda de informação.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Observando a distribuição da densidade populacional por bairros no município de Niterói (Fig. 8), podemos perceber que as grandes concentrações de habitantes estão localizadas, principalmente, nos bairros do Ingá (20), Morro do Estado (32) e Icaraí (18). Nos bairros do Centro (10), Boa Viagem (4), São Lourenço



Figura 7: Fluxograma da modelagem People in Pixel

(44), Cubango (12), Pé Pequeno (34), Vital Brasil (52), Santa Rosa (39), Fonseca (16), Engenhoca (14) e Santana (40) temos também uma alta densidade populacional, caracterizando-se ainda por estarem todos localizados na porção noroeste do município.

Como densidade moderada destaca-se a região no entorno do Largo da Batalha (27), e alguns outros poucos bairros também situados na porção noroeste da cidade, tais como Barreto (3) e Ponta D'Areia (36). Ganha também destaque o bairro de Maravista (29), que se isola na porção Sul do município, na região oceânica, como o único bairro de densidade moderada, uma vez que todos os demais se caracterizam por uma densidade baixa ou muito baixa.

Os bairros de Piratininga (35), Camboinhas (7) e Itaipu (22) apresentam-se com uma densidade populacional muito baixa. Ou seja, a presença das lagoas (que são áreas não habitáveis) é desconsiderada quando utilizamos friamente o polígono de bairros como a superfície ocupada para o cálculo de concentração de habitantes. É correto afirmar que para análises em grande detalhe os limites de bairros tornam a leitura mais homogênea, não refletindo a diversidade interna do município.

Quando efetuamos a leitura da densidade populacional a partir dos setores censitários (**Figura 9**) percebemos uma maior heterogeneidade de sua distribuição, principalmente quando comparamos com os resultados extraídos a partir dos bairros. Podemos observar, por exemplo, que alguns bairros, como no Centro de Niterói (10), São Lourenço (14) e outros, que internamente existem setores com diferentes valores de densidade populacional.

Ainda que, de maneira geral, as maiores densidades populacionais ainda sejam encontradas na mesma porção do município, podemos perceber que a maior classe (maior que 13.000 hab./km²) é encontrada em diversos outros

bairros do município, tais como: Largo da Batalha (27); Ilha da Conceição (19); e Charitas (11), por exemplo.

Em algumas áreas dos bairros de Piratininga (35), Camboinhas (7) e Itaipu (22) já aparecem classes de densidade moderada, e até mesmo alta (no caso de Piratininga). No entanto ainda é bem perceptível a influência das lagoas mascarando a real densidade populacional na área. Também vale ressaltar que, a partir desta unidade espacial de representação e análise, podemos ter a leitura de alguns setores sem habitantes (em cinza) no interior de alguns bairros. Neste, a densidade populacional foi, obviamente, considerada como zero.

Na densidade populacional por *pixels* (**Figura 10**) as superfícies das lagoas, afloramentos rochosos e demais áreas não habitáveis se somam aos setores vazios como áreas não habitadas. Estes fatores criam mudanças que mudam totalmente a percepção do que ocorre nos bairros de Piratininga (35), Camboinhas (7) e Itaipu (22). A leitura da distribuição do fenômeno no espaço mais uma vez muda, “surgindo” áreas com intensa densidade populacional onde não havíamos percebido antes, e desaparecendo algumas outras que antes haviam surgido. Para estas mudanças, destacamos os altos valores de densidade populacional encontrados em Maravista (29) e Serra Grande (46).

É importante ainda ressaltar que se as análises fossem feitas por *pixel*, aplicando o modelo não para os bairros, mas para os 907 setores censitários, os resultados não seriam os mesmos, com melhor detalhamento e, provavelmente, com a distribuição mais heterogênea do fenômeno. Além de ser muito mais dispendioso em termos de tempo de modelagem e análise, a aplicação do modelo por setores somente seria válida se pudesse ser executada com um mapeamento de intensidade de ocupação gerado a partir de um mapa de uso e cobertura de terra em maior escala cartográfica (ex.: 1:10.000).

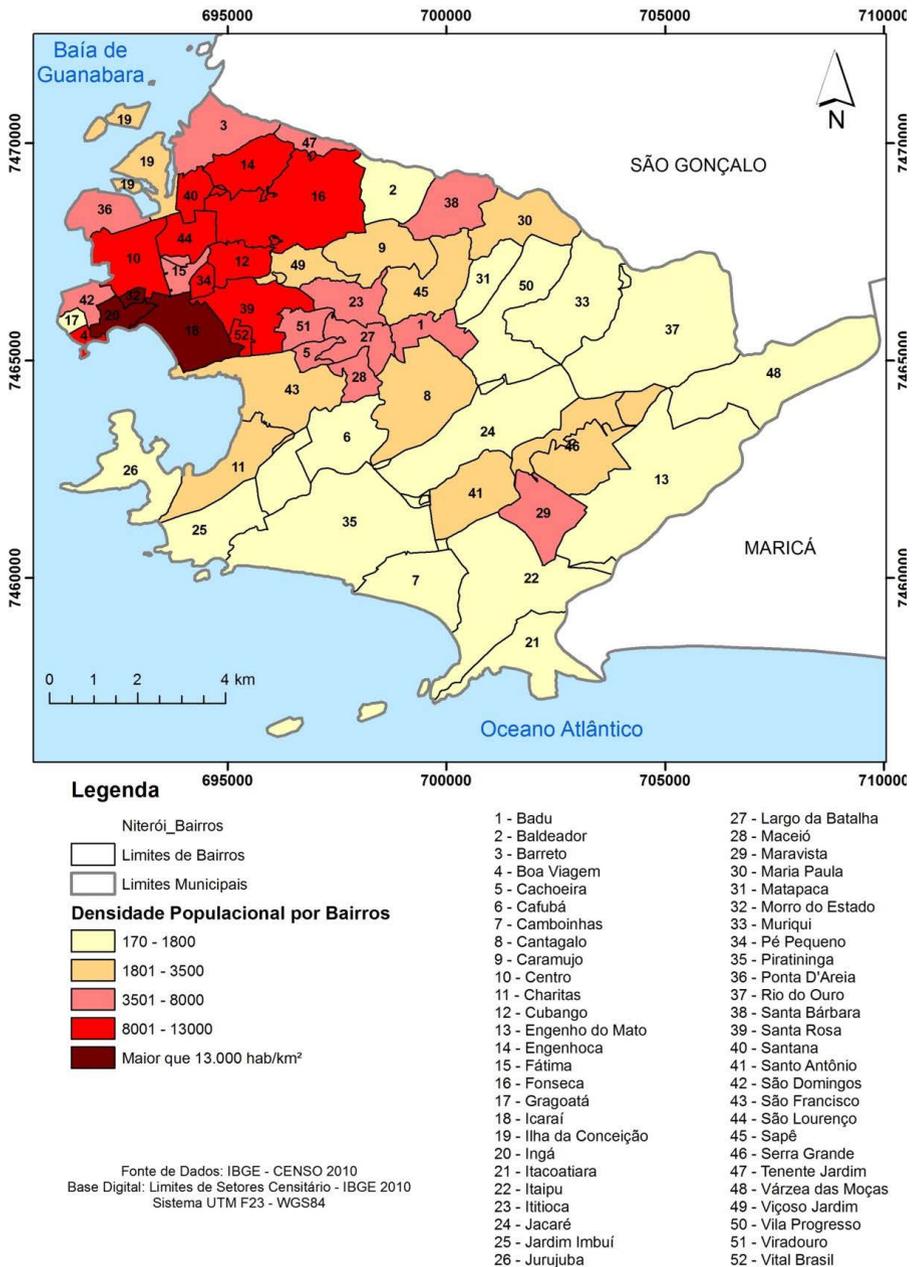


Figura 8: Mapa de Densidade Populacional por Bairros

Ao final foi realizado o somatório da população total dos pixels que compõem cada bairro com a população dos bairros apontadas pelo IBGE no censo de 2010. O agrupamento dos valores de população por pixels pertencentes a um mesmo bairro, resultantes do modelo, foram em sua maioria os mesmos encontrados pelos valores fornecidos pelo IBGE, o que permite afirmarmos que o modelo se encontra validado. Em algumas poucas situações os valores apresentaram mínimas diferenças, inferiores a 0,5%, que podem ser explicados por arredondamentos ou pixels presentes nas bordas dos bairros com corpos hídricos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se de grande importância a discussão sobre o emprego correto dos conceitos geográficos e cartográficos, como o de unidade espacial de representação e análise, para uma aplicação correta das geotecnologias em estudos de diferentes objetivos. O emprego das geotecnologias em estudos urbanos apresenta-se como uma importante solução para diferentes situações, sendo importante desde o momento da aquisição do dado até sua manipulação, armazenamento e análise. Essas técnicas conjugadas com estudos ambientais se tornam grandes aliados ao planejamento e à geração de um diagnóstico preciso das áreas urbanas.

Podemos afirmar que os produtos cartográficos em diferentes escalas e por diferentes unidades espaciais de representação e análise, são necessários para a compreensão do espaço geográfico, uma vez que para uma leitura espacial dos fenômenos processos e eventos necessitamos de representações capazes de nos fazer refletir sobre a ordem espacial e da distribuição dos objetos geográficos, além de nos fazer inquirir sobre as razões que condicionaram tal ordem e

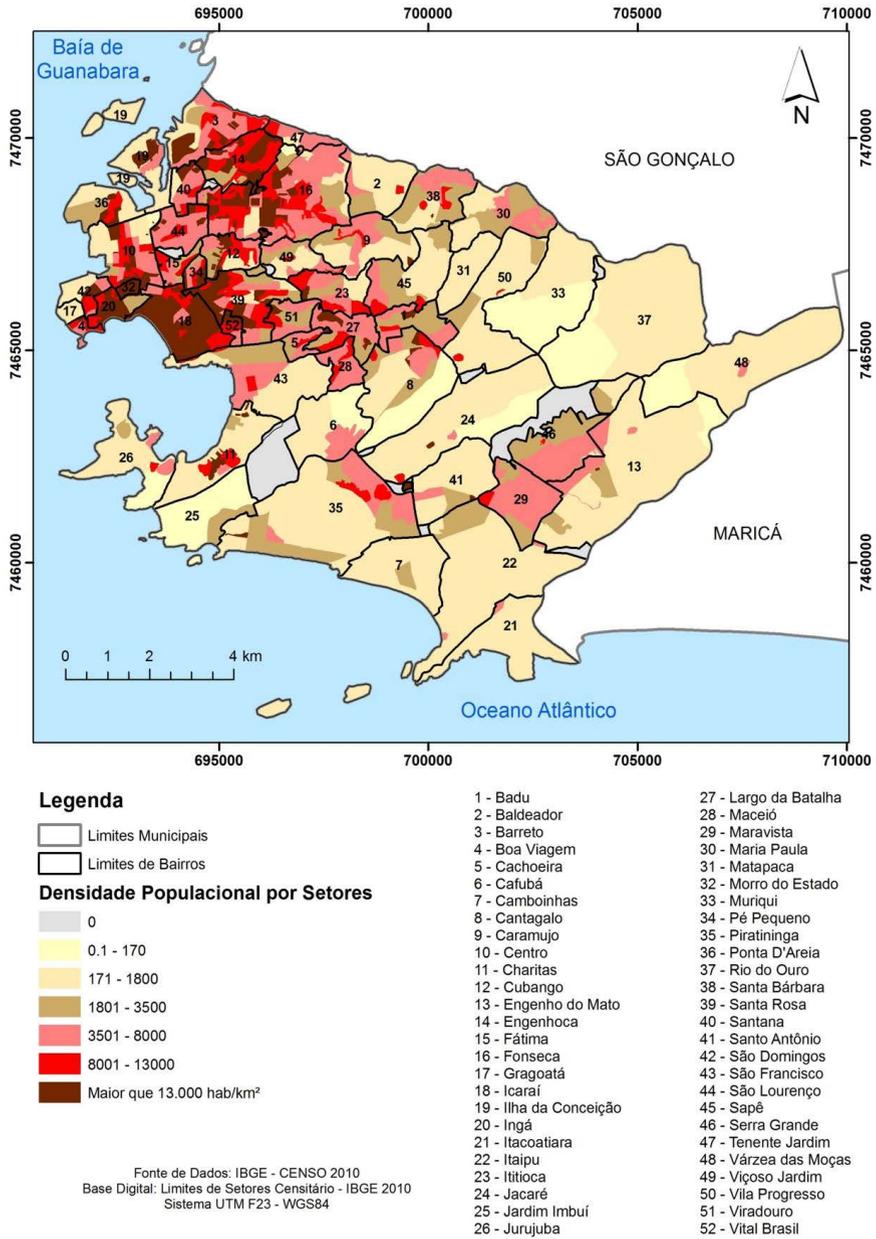


Figura 9: Densidade Populacional por Setores Censitários

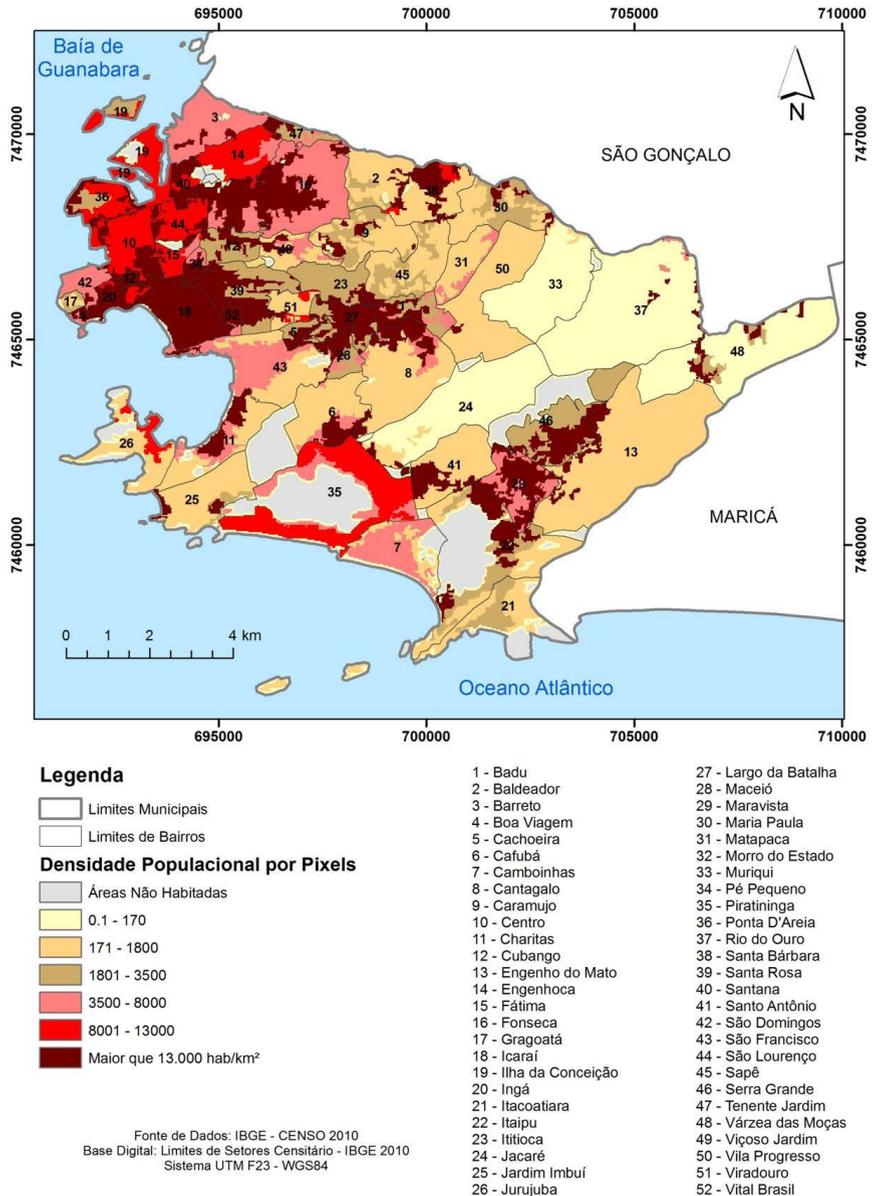


Figura 10: Densidade Populacional por Pixel

distribuição.

De acordo com o objetivo principal deste trabalho, a representação da população por diferentes unidades espaciais comprovou que o pixel cria a possibilidade de uma análise mais fidedigna da distribuição espacial de habitantes por bairros em Niterói, tornando estas análises ainda possíveis em outras unidades político-administrativas, tais como os municípios de um estado ou até regiões metropolitanas. Além disso, o pixel como menor unidade de representação torna mais fácil a integração de variáveis populacionais como outros dados geográficos coletados em outras unidades de análise, como em bacias hidrográficas, por exemplo.

No âmbito do planejamento urbano e ambiental, a utilização de recursos deve ser aplicada com o máximo critério e conhecimento, observando todos os cuidados necessários, e fazendo uso de informações confiáveis e atualizadas que contribuam para tomada de decisão. Sendo assim, a utilização do pixel como unidade de representação pode trazer uma interessante contribuição em políticas públicas que garantam uma melhor destinação de recursos públicos.

Todos os dados e informações gerados no âmbito desta pesquisa encontram-se disponíveis em formato digital para subsidiar outras pesquisas realizadas pelo e 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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARREÑO, P. M. L. P. *People in Pixel* na Região dos Lagos. In: XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia, Aracaju, SE. 2010.

CARREÑO, P. M. L. P. & CRUZ, C. B. M. Aperfeiçoamento do modelo *People in*

- Pixel: Estudo aplicado a Região dos Lagos no estado do Rio de Janeiro. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.4633. 2011.
- CRUZ, C. B. M; BARROS, R. S.; FERREIRA, F. L.; TEIXEIRA, A. J. A. A espacialização de dados socioeconômicos em superfície com o apoio de sensoriamento remoto – distribuição populacional no município do Rio de Janeiro. IN: Anais X SBSR, Foz do Iguaçu, 21-26 abril de 2001, INPE, p. 431-435. 2001.
- CRUZ, C. B. M; FABER, O. A.; REIS, R. B.; ROCHA, E. M. F.; NOGUEIRA, C. R. Sensoriamento Remoto como estratégia alternativa para distribuição e mensuração da população – Estudo de caso no município do Rio de Janeiro. In: Espaço & Geografia, Vol.10, No 1. 2007a.
- 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. 2007b.
- CRUZ, C. B. M., ROSÁRIO, L. S., ABREU, M. B., ALMEIDA, P. M. M., VICENS, R.S., CRONENBERGUER, F. M. Classificação Orientada a Objetos na Geração do Mapa de Uso e Cobertura da Terra do estado do Rio de Janeiro. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 7789-7796. 2009.
- DEFINIENS, *The Principles of Definiens Cognition Network Technology*. Disponível em: <http://earth.definiens.com/learn/technology>. Acesso em 15/01/2010.
- GEOGHEGAN, J.; PRITCHARD L.; OGNEVA HIMMELBERGUER, Y.; CHOWDHURY R. R.; SANDERSON S. & TURNER II B. L. 'Socializing the pixel' and 'pixeling the social' in land-use and land cover change. In: *People in*

- pixel – Linking remote sensing and social science*. LIVERMAN, D.; MORAN E. F.; RINDFUSS R.R. & STERN, P.C. Editors. National Academi Press; Washington, D. C. 1998, Págs. 51-69.
- KALAF, R.; BRASILEIRO, R.; CARDOSO, P. V.; CRUZ, C.B.M. LANDSAT 8: Avanços para Mapeamentos em Mesoescala. Anais da 2º Jornada de Geotecnologias do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2012.
- 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.
- 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.
- MARTINELLI, M. Mapas da Geografia e Cartografia Temática. Editora Contexto. SP, 2006.
- MENDEL, G. C. Aplicação do modelo People in Pixel nos municípios do CONLESTE com suporte do Sensoriamento Remoto. Monografia de conclusão de curso da Especialização em Dinâmicas urbano-ambientais e gestão do território. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de professores. 2010.
- MONMONIER, M. *How to Lie with Maps*. 1. ed. Chicago: The University of Chicago, 1991.
- NOGUEIRA, C. R. Distribuição espacial da população na Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara no Rio de Janeiro – uma contribuição metodológica através do Sensoriamento Remoto. Dissertação de Mestrado PPGG/UFRJ, Rio de Janeiro,

RJ. 2005.

PINTO, A. C. M. C. B. Distribuição de Totais Populacionais através de representação de superfícies contínuas com apoio da classificação de imagens ALOS/AVNIR2. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

REIS, R. B., CARDOSO, P. V., CRUZ, C B. M., VICENS, R. S. Classificação do Uso e Cobertura do Solo da APA do São João em uma abordagem orientada a objeto. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 7087-7094. 2009.

WOOD, D. *The Power of Maps*. Guilford, Nova York. 1992.