

Dinâmica espacial da população do Rio de Janeiro entre 1970 e 2010 utilizando geotecnologias

Ana Paula de Oliveira¹
Julia Silva de Queiroz Lourenço¹
Gabriel dos Santos Duarte¹
Elizabeth Maria Feitosa da Rocha de Souza¹
Paula Maria Moura de Almeida¹

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro;
Av. Athos da Silveira Ramos, 149 – Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
Cidade Universitária – 21941-909 - Rio de Janeiro – RJ, Brasil
{oliveira.apdo, julialouren, gabriel11705, elizabethmfr, almeida.pmm}@gmail.com

Abstract . Urban growth in Brazil is becoming a key point in the social, cultural and environmental development of the country. Knowing the centers of attraction of urban growth in recent decades helps governments and civil society in the planning and management actions. Within this context, the objective of this study was to assess the rate of growth of the population of the municipalities of the state of Rio de Janeiro as the evolution of urbanization, identifying and analyzing the route of development between the years 1970-2010, based on total existing population in each county. The methodology was applied with the organization of a georeferenced database of municipalities with total population. The trajectory of the midpoint of the variables was obtained by weighted interpolation of the coordinates of the centroids in the states. To complement the research and facilitate spatial visualization of areas of urban growth, was performed the digital processing and object-oriented classification (GEOBIA) of scenes from the Landsat 5 and Landsat 8. The variation of the midpoint of the country's production for each year was made from the spatial data with the aim of evaluating the direction of growth of the population in the country in the analyzed time period. Initially population growth occurs in a westerly direction from the state, reverting to the east after 1980. In the classification sought to study the spatial dynamics of urban sprawl, so the final classes were generated: urban and non-urban.

Key word: urban growth, GEOBIA, Landsat 8, Landsat 5, crescimento urbano, GEOBIA, Landsat 8, Landsat 5.

1.Introdução

O crescimento urbano no Brasil é um ponto chave para o desenvolvimento social, cultural e ambiental do país. Conhecer os centros de atração de crescimento urbano nas últimas décadas ajuda, por exemplo, a sociedade civil e governos nas ações de planejamento e gestão. A população urbana brasileira teve uma grande expansão na segunda metade do século XX onde, segundo Santos (2008), entre 1940 e 1980 triplica a população total do Brasil, ao passo que a população urbana se multiplica por sete vezes e meia, podendo causar uma série de problemas sociais e ambientais devido ao crescimento não planejado das cidades. Esse crescimento urbano é ligado a uma rápida aceleração de setores econômicos industriais e de serviços que, demandando por mão de obra, acabam impulsionando o crescimento urbano dos municípios. Inserido nessa problemática, o objetivo do presente trabalho é avaliar a taxa e a rota do desenvolvimento populacional do estado do Rio de Janeiro entre 1970 e 2010.

2.Área de Estudo

O Rio de Janeiro está localizado na porção leste da região Sudeste, fazendo fronteira com os estados de Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo. Considerando que o Rio de Janeiro foi capital do Brasil por aproximadamente dois séculos, passou por vários ciclos de atratividade econômica, por exemplo, o escoamento do ciclo do ouro e ciclo do café. Durante o período analisado houve instalação de agências governamentais como o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social), Petrobrás e outras indústrias de exploração petrolífera. Além de uma

forte imagem de cunho turístico e qualidade de vida. Todos esses fatores e outros refletem em uma variabilidade da mobilidade populacional. Segue abaixo a área de estudo (Figura 1).

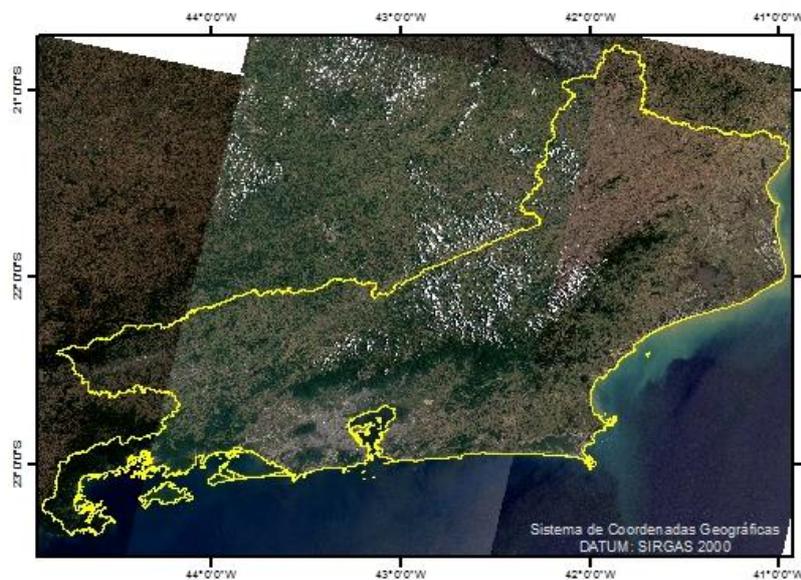


Figura 1: Mapa da área de estudo

3. Materiais e método

A primeira etapa do trabalho foi o levantamento de dados. Imagens das duas gerações da série Landsat foram utilizadas (para 1985 imagens do Landsat 5 TM, e para 2014, do Landsat 8 OLI) todas disponibilizadas pela USGS/NASA em <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Esse período foi escolhido por permitir a percepção da evolução da mancha urbana. Além das imagens de satélite, foram adquiridos dados censitários dos Censos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010 e as malhas digitais por municípios de 2010 no site do IBGE.

Na segunda etapa iniciamos o processamento dos dados. Edições tabulares foram essenciais para a correlação com as malhas digitais no software ArcGis. Devido ao grande número de municípios emancipados no Rio de Janeiro desde a década de 70, se fez necessário a realização de edições gráficas na malha municipal, fazendo assim uma compatibilização dos limites vetoriais reincorporando os municípios emancipados. Apesar da emancipação de alguns municípios a rota não seria alterada de forma significativa. Os processamentos de dados geográficos foram fundamentais nessa etapa, a utilização de SIG proporcionou a plotagem dos pontos que culminou para a rota direcional da população. Nesta etapa buscou-se reaplicar a metodologia da Hermuche (2013).

Com relação a imagens, realizou-se a ortorretificação das imagens da década de 80, tendo como referência espacial as geometrias das Imagens do Landsat 8 que já são disponibilizadas geometricamente corrigidas. Finalizando os ajustes, fez-se necessário a geração de um mosaico de imagens para cada ano, utilizando seis cenas para ambos os sensores, no entanto, do sensor Landsat 5 TM para o ano de 1985, e o Landsat 8 OLI para o ano de 2014.

Primeiramente foram calculados os centros de massa para cada ano, usando a expressão descrita a seguir, tanto para Latitude quanto Longitude (equação 1):

$$\text{Centro de Massa} = \frac{\sum (\text{População do Município}) \cdot (\text{Coordenada})}{\text{Total da População do Estado}} \quad (1)$$

Posteriormente, foi calculada a taxa de crescimento e a aceleração com base nos dados populacionais e seus respectivos anos (equação 2). A aceleração foi gerada a partir da subtração das taxas de crescimento.

$$\text{Taxa de Crescimento: } \frac{\sum [(População do Período Posterior) - (População do Período Anterior)].(100)}{\text{Total da População do Estado}} \quad (2)$$

Por último, as imagens foram classificadas utilizando o software eCognition®, fazendo uso de classificação orientada a objetos, conhecida como GEOBIA. Na segmentação, os parâmetros foram distintos para as datas devido a diferença radiométrica dos sensores. Na imagem do Landsat 5 utilizou-se *scale parameter*: 20, e para o Landsat 8 o *scale parameter*: 150; já em relação aos parâmetros de *shape* e *compactness*, foram utilizados os mesmos para ambos (0.1 e 0.5, respectivamente). Na modelagem dos descritores foram utilizados basicamente a média do infravermelho próximo para separar a água do continente, e a média das bandas 3 e 4 para classificar o urbano, devido sua maior refletância nessas bandas. As classes finais do mapeamento foram Urbano 1985, Urbano 2014 e Não Urbano, pois o objetivo era identificar apenas a mancha urbana. Cabe destacar mais uma vez que, a escolha dos anos de 1985 e 2014 se deu pela vantagem da distância temporal e a disponibilidade de imagens.

4. Resultados e discussões

Como resultado da preparação dos dados foi gerado uma malha digital georreferenciada com a configuração espacial dos municípios em 1970, totalizando 64 municípios. Os centros de massas para os anos analisados estão apresentados na Figura 2, apontando a trajetória do crescimento populacional do estado. A partir dele é possível perceber e levantar hipóteses que refletiram nessa mobilidade.

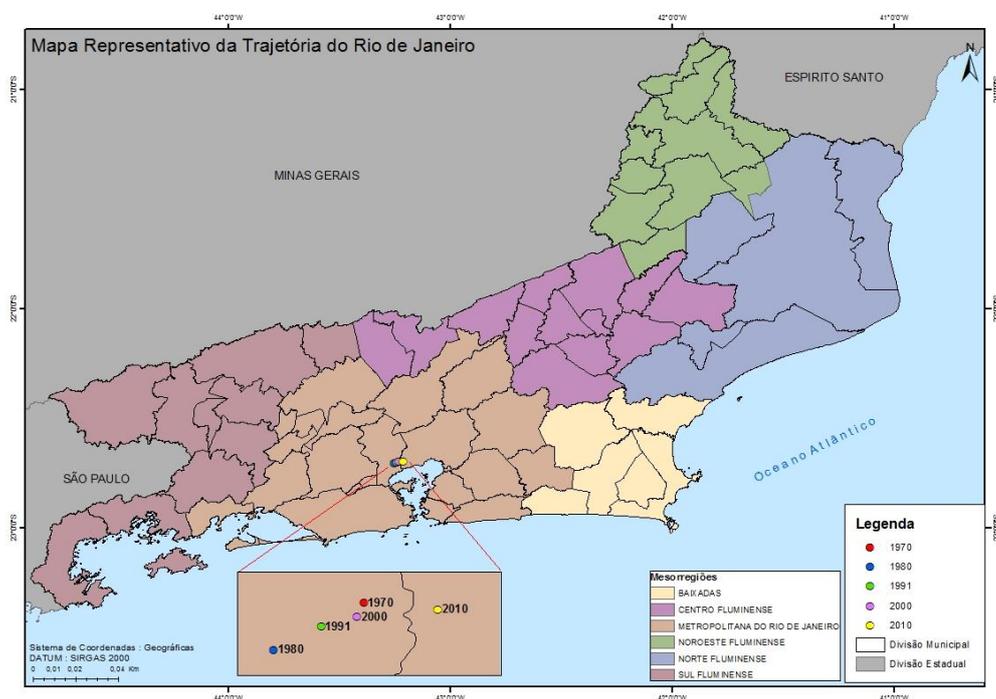


Figura 2: Mapa representativo da trajetória do Rio de Janeiro

Entre 1970 a 1980 é possível perceber o avanço populacional para sudoeste do estado. Em 1974, estava se consolidando a região metropolitana do Rio de Janeiro, se tornando-se este um fator de atração populacional devido ao grande crescimento da cidade, surgimento de oportunidade de empregos, e etc. Nesse mesmo ano foi inaugurada a Ponte Rio Niterói, o que favoreceu o movimento populacional de forma mais rápida.

Em 1991 é possível observar a mudança da trajetória do avanço populacional para nordeste, continuando na mesma direção nos anos de 2000 e 2010 (para leste). Além da movimentação populacional que a criação da ponte Rio-Niterói favoreceu, a atração populacional para outros municípios como Macaé e Casimiro de Abreu, por exemplo, que receberam grandes investimentos estão relacionados à questão da exploração do petróleo e pré-sal na Bacia de Campos, criando empregos, polos tecnológicos e universidades, que atraiu, sobretudo, mão de obra para estes municípios.

A taxa de crescimento por mesorregião (Figura 3) aponta a velocidade do crescimento, ou seja, avalia o nível de crescimento relativo de cada mesorregião por cada ano pelos intervalos temporais analisados.

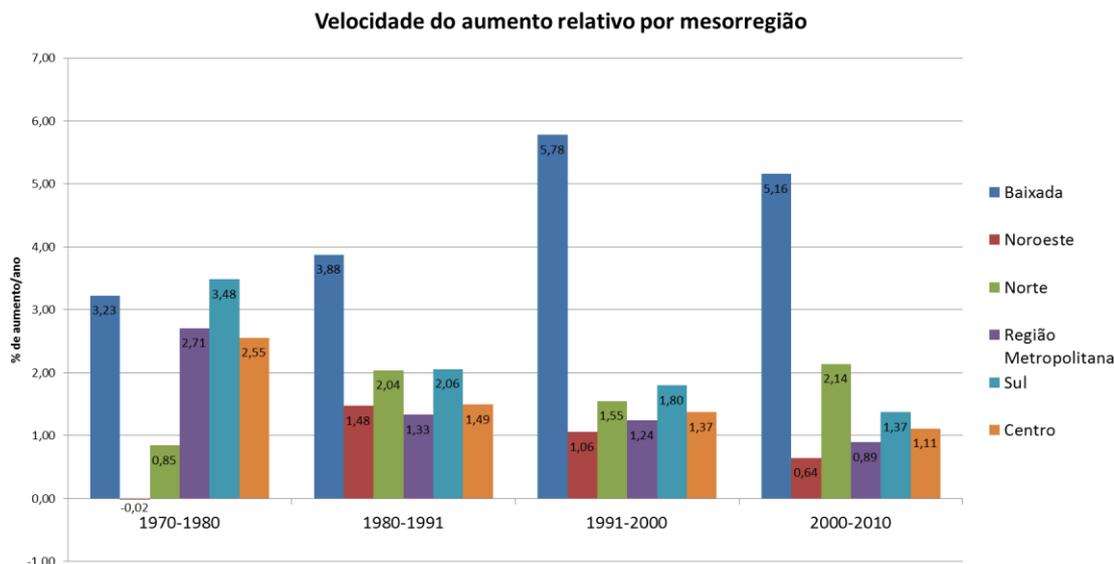


Figura 3: Gráfico da velocidade do aumento relativo da população por mesorregião

Pode-se ver que a Região Metropolitana, que teve o maior aumento em 1970-1980, tem apresentado índices de aumento menores a cada período analisado. Isso não significa uma perda de importância da Região Metropolitana, mas sim que a população está migrando para novos centros urbanos que se consolidaram ao longo dos períodos analisados devido a novas atividades econômicas que surgiram nessas regiões.

Uma migração mais intensa é observada com o aumento dos municípios da Região das Baixadas, provavelmente promovido pelo aumento da atividade de turismo e da atividade petrolífera da Bacia de Campos. Isso é reiterado por eventos econômicos relevantes como o desenvolvimento das explorações petrolíferas no período de 1980-1991, a perda do monopólio da Petrobras, as explorações das empresas internacionais entre 1991-2000, e a descoberta do Pré-sal entre 2000-2010. É importante ressaltar que mesmo os municípios não participando diretamente da exploração do petróleo, seu crescimento é afetado indiretamente por ela. O recebimento de royalties da exploração por impactos ambientais ajuda a acelerar a economia trazendo investimentos tanto para infraestrutura urbana quanto para o turismo. Municípios vizinhos a centros de produção costumam ser escolhidos pelos trabalhadores para se instalarem na região, devido ao aumento dos preços dos imóveis e do custo de vida que afeta os principais municípios produtores, como Macaé e Campos dos Goytacazes.

Para visualizar melhor o sentido e o deslocamento dos centros de massa, uniu-se a velocidade do crescimento das regiões fluminenses por sentido, usando como referência o centro de massa da década de 1970, dessa forma entende-se melhor os motivos pelos quais os centros de massa migram dentro dos períodos analisados.

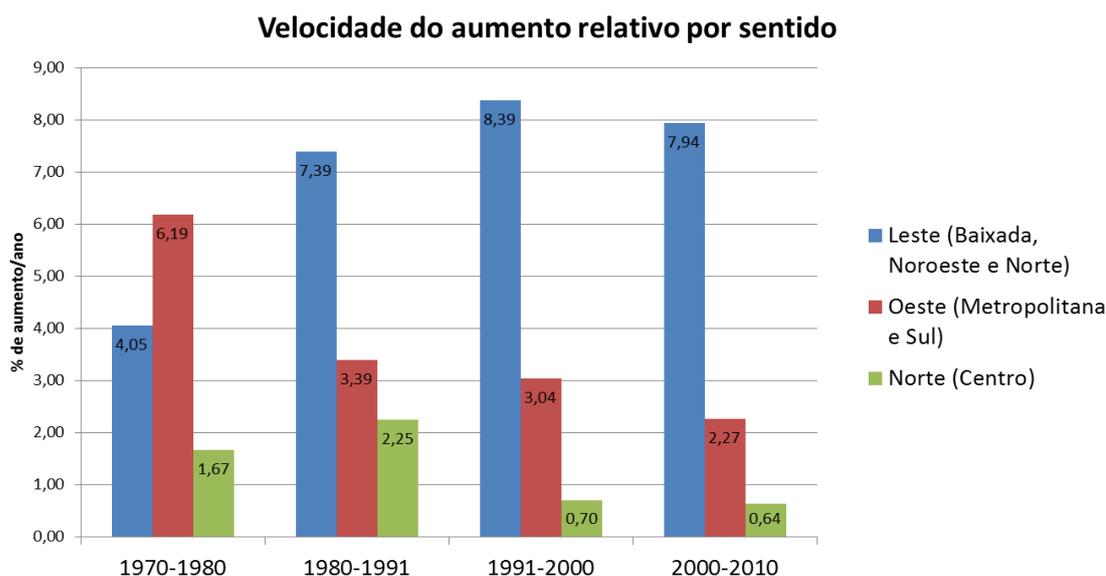


Figura 4: Gráfico da velocidade do aumento relativo da população por sentido

Através da análise da Figura 3 é perceptível a diferença do aumento populacional entre os períodos 1970-1980 e 1980-1991. As regiões que mais tiveram influência nesse aumento foram a da Baixada e a do Norte Fluminense, justamente as regiões mais afetadas pelo surgimento da atividade petrolífera, que junto com a desaceleração do crescimento das regiões do sentido Oeste (Região Metropolitana e Sul), fizeram alternar o sentido do deslocamento do centro de massa.

Embora o município do Rio de Janeiro ainda mantenha a maior parte da população fluminense, essa porcentagem caiu de 47,27 % em 1970 para 39,52% em 2010, favorecendo o crescimento de outros municípios. Na década de 70, Nova Iguaçu se destaca em seu crescimento juntamente com São Gonçalo, tendo 8,08% e 4,78% respectivamente. Entre 80 e 90, o maior crescimento interno é dos municípios de Maricá, Saquarema e Nova Friburgo, o que justifica o começo da reversão da rota do crescimento sentido Oeste. No nosso terceiro período de análise, São Pedro da Aldeia e Resende se destacam, porém São Pedro da Aldeia possui maior população em relação a Resende, mantendo assim a direção do crescimento. Casimiro de Abreu tem crescimento contínuo no decorrer dos anos, mas na última taxa, comparando os anos de 2000 e 2010, ele se destaca dos demais, tendo crescido de forma surpreendente. Macaé também se mostrou crescente, se destacando também no último recorte temporal de análise.

É possível perceber que durante esses anos o direcionamento e a taxa do crescimento foram variando e com o crescimento dos municípios e suas subdivisões a região metropolitana foi reconfigurada. As próximas figuras apoiam a análise de crescimento da região metropolitana na direção leste do estado, com a saída de Mangaratiba e a inclusão de municípios como Rio Bonito, Cachoeiras de Macacu e Tanguá. A Figura 5, que é referente a década de 70, é produto de uma base georreferenciada com a reincorporação dos municípios que posteriormente foram emancipados. E a Figura 6, produzido pelo CEPERJ, mapa com a configuração mais atual da região metropolitana do Rio de Janeiro.

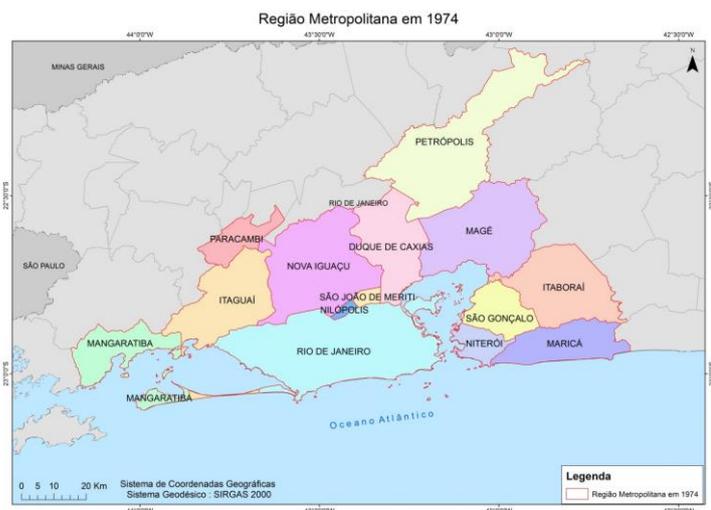


Figura 5 : Configuração da RMRJ em 1974

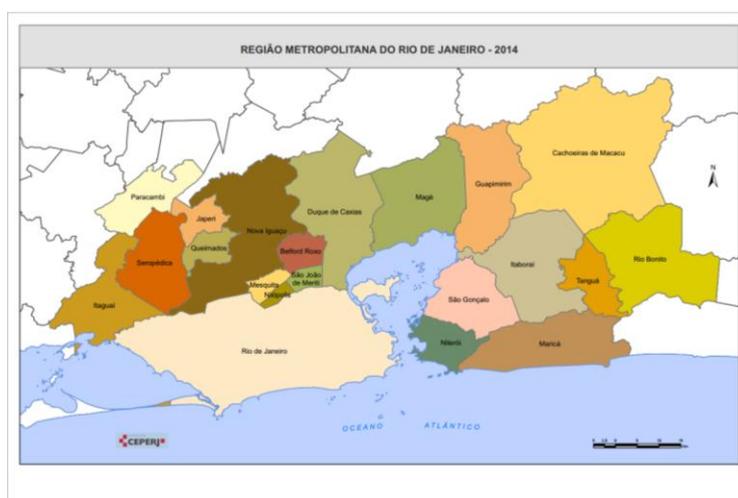


Figura 6 : Configuração atual da RMRJ

A figura 7 trata-se da sobreposição da classificação das imagens tanto para o ano de 1984 quanto para o ano de 2014, o que representa o dinamismo do espaço urbano. O mapeamento possui duas classes apenas, Urbano e Não Urbano, pois o objetivo era mapear apenas as áreas efetivamente urbanas, afim de observar as mudanças ocorridas na mancha urbana. Em algumas porções das imagens foi necessária edição manual devido a superestimação de algumas áreas urbanas.

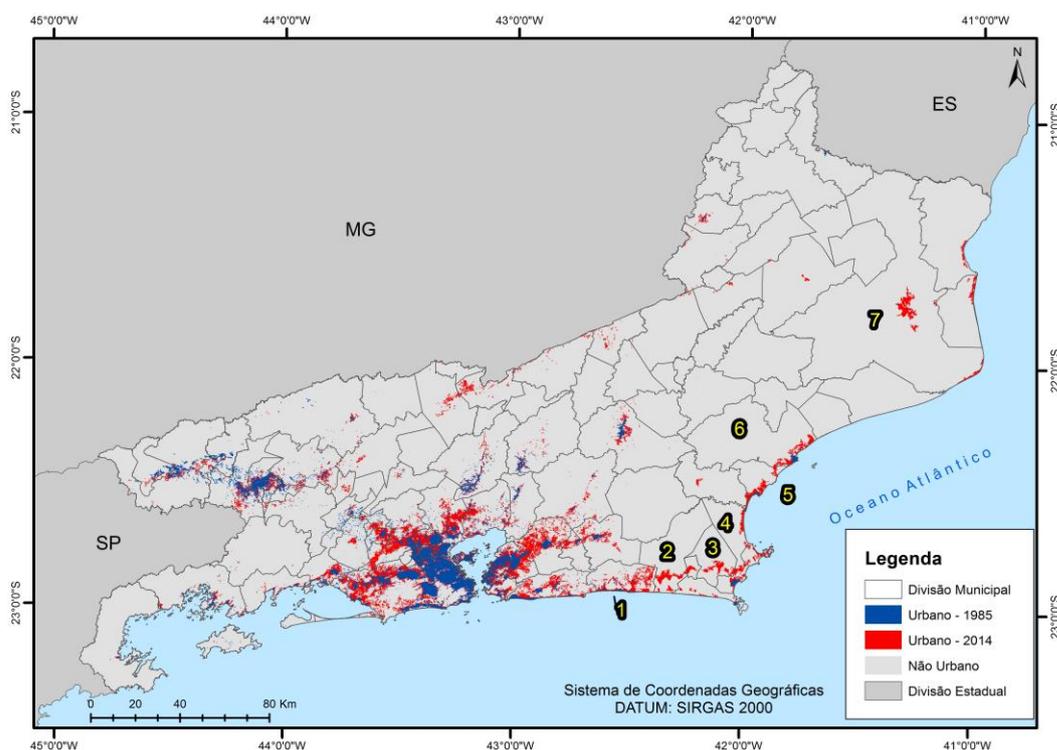


Figura 7: Classificação das áreas urbanas para os anos de 1985 e 2014

No mapa foram numerados alguns municípios que se destacam em seu crescimento, fortalecendo a questão da atratividade populacional revertendo o crescimento para o lado leste do estado. São eles: 1- Saquarema ; 2- Araruama; 3- São Pedro da Aldeia; 4- Cabo Frio ; 5- Rio das Ostras; 6- Macaé; 7- Campo dos Goytacazes. Sendo a maioria componentes da região dos lagos.

5. Conclusão

No presente trabalho buscou-se adaptar a metodologia de Hermuche (2013). Nesse sentido, se obteve uma boa aplicabilidade para população urbana do Rio de Janeiro, sendo a expansão nos primeiros anos do recorte temporal de análise na direção Oeste, invertendo para Leste durante a década de 80, se intensificando cada vez mais nos anos subsequentes (1991, 2000 e 2010).

Faz-se necessário destacar a importância do uso do sensoriamento remoto na realização do mapeamento das áreas urbanas para diferentes datas. A classificação é complexa e desafiadora no que se refere à modelagem de conhecimento, e o presente trabalho contou com imagens de duas datas distintas o que acarreta em uma série de diferenças entre os dois dados. E mesmo sendo usados dois sensores da mesma série possuem características completamente diferentes quanto as suas resoluções radiométricas e espectrais. Com toda a complexidade de se trabalhar com dados de datas distintas, o produto final mostrou-se um bom resultado e confirmou as hipóteses baseadas na trajetória do crescimento populacional.

Futuramente pretende-se fazer uso de imagens orbitais para elaboração de um mapeamento de uso e cobertura do solo mais específico, explorando ainda mais o objeto de estudo e seus diferentes níveis de densidade como urbano intenso, médio e rarefeito, analisando quantitativamente o aumento da mancha urbana desde a década de 70 até os dias atuais.

Bibliografia

CORRÊA, Roberto Lobato. **O espaço urbano**. Caps 2 “O que é o espaço urbano?” e 4 “Processos e formas espaciais”. São Paulo: Editora Ática, 1989.

Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro – CEPERJ

HERMUCHE, POTIRA MEIRELLES. **Dinâmica espacial da produção de ovinos naturalizados no Brasil no contexto da Paisagem Genética**. 2013

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em:
<www.sidra.ibge.gov.br/>

SANTOS, Milton. **A Urbanização Brasileira**. 5ª edição. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

USGS – Science for world. Disponível em :
<<http://earthexplorer.usgs.gov/>>