

**Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Pós Graduação em Sensoriamento Remoto  
SER300 Introdução ao Geoprocessamento**

**Uso de técnicas de sensoriamento remoto e SIG para a análise das  
mudanças na cobertura do manguezal e o crescimento populacional na  
Baia de Guanabara, Rio de Janeiro**

**Francisca Rocha de Souza Pereira  
São José dos Campos - 2013**

## **1. Introdução**

Manguezais são ecossistemas típicos de regiões tropicais e subtropicais ocupando áreas entre marés. Possuem vegetação lenhosa típica adaptada as condições de alta salinidade, em solos inconsolidados e pouco oxigenados. Apresentam funções essenciais à vida de muitas espécies, bem como contenção da linha de costa, dentre outras funções (Soares et al., 2005; Schaeffer-Novelli, 1991). Ao longo das últimas décadas, com a crescente urbanização dos municípios litorâneos, muitos ecossistemas costeiros têm sido fortemente impactados, devido ao aumento da poluição, aterros, desflorestamentos, etc. No Estado do Rio de Janeiro, a região costeira da Baía de Guanabara, que no início da colonização era ocupada por restingas, lagoas e manguezais (Pires, 2010), devido sua posição estratégica, permitiu a fundação e desenvolvimento da cidade do Rio de Janeiro. Segundo Soares et al. (2003, 2011) a principal característica dos manguezais da Baía de Guanabara é o acentuado nível de degradação da cobertura vegetal e a forte pressão urbana em seu entorno. Pires (2010) demonstra a acentuada redução de áreas cobertas por manguezais ao longo da história de ocupação do litoral oriental da Baía de Guanabara, que, apesar do processo histórico de destruição, os manguezais ainda desempenham suas funções básicas e essenciais a vida de muitas espécies e sustento de muitas comunidades tradicionais. Em 1984, foi criada a Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim (Decreto 90225/84), que tem como principal objetivo proteger os remanescentes de manguezais no recôncavo da Baía de Guanabara e assegurar a permanência e sobrevivência das comunidades locais (ICMBIO, 2013). A APA tem contribuído eficazmente para a conservação deste ecossistema. Segundo Moraes et al. (2009) num estudo temporal do mangue da APA Guapimirim utilizando imagens Landsat TM5 foi verificado que ocorreu recuperação de áreas de mangue em alguns locais, indicando eficácia das políticas de gestão ambiental e o resultado da regeneração natural do ecossistema. Lardosa et al. (2013) atualizaram os dados cartográficos referentes ao mapeamento do manguezal do litoral do Estado do Rio de Janeiro para servirem como subsídio de análises para a conservação do ecossistema. Giri et al. (2010) utilizando imagens Landsat e GIS mapearam toda a extensão de manguezais do globo terrestre, possibilitando analisar a distribuição espacial do ecossistema nas regiões tropicais e subtropicais. Estas e outras aplicações mostram que técnicas de sensoriamento remoto, como a classificação de imagens e sistemas de informações geográficas são ferramentas que possibilitam estudos quantitativos e qualitativos dos manguezais e caracterização do seu entorno. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo analisar as modificações na cobertura do manguezal da Baía de Guanabara, num período de 11 anos, relacionando com o crescimento populacional e uso do solo dos municípios ao entorno.

## **2. Material e métodos**

### **2.1 Área de estudo**

A área de estudo contempla os municípios da micro região do Rio de Janeiro (Figura 1), com um foco maior para os municípios que bordam a Baía de Guanabara e possuem cobertura de manguezal, tais como: Rio de Janeiro (parte da borda da Baía de Guanabara), Duque de Caxias, Magé, Guapimirim, Itaboraí e São Gonçalo. A Baía de Guanabara está numa região de intensa urbanização e centro industrial. Segundo Soares et al (2003) a floresta de mangue da região apresenta alta diversidade estrutural, reflexos

da ação de tensores, como a influência humana direta ou indireta, assim, apresentam diferentes graus de degradação e estágios de regeneração. São encontradas três espécies vegetais típicas de manguezal: *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* (Soares et al 2003). Grande parte dos manguezais dos municípios de estudo estão dentro da APA Guapimirim.

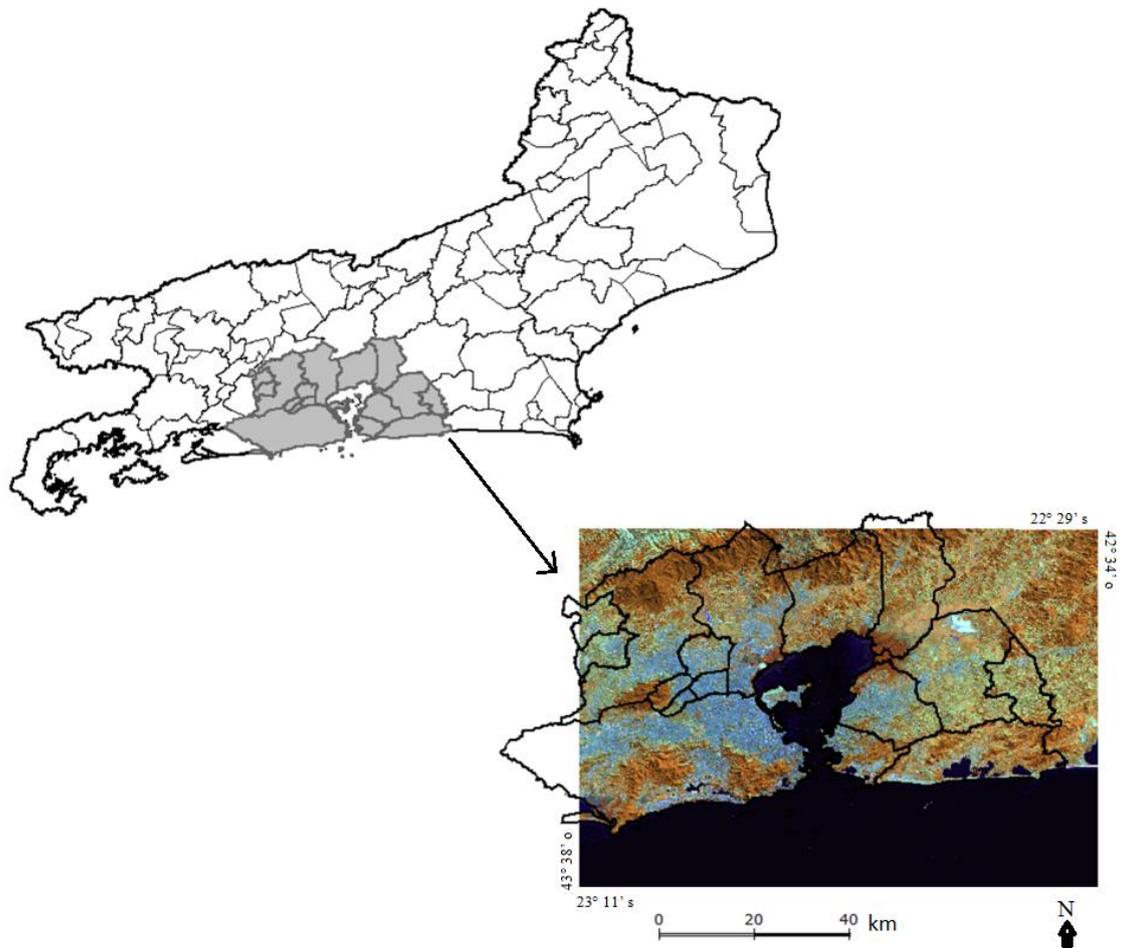


Figura 1- Estado do Rio de Janeiro com destaque para área de estudo a micro região do Rio de Janeiro sobre uma imagem Landsat Tm5 de 13/08/2011. Fonte: IBGE (2010), INPE, (2013).

## 2.2 Fluxograma

O fluxograma das principais etapas do trabalho descritas a seguir, pode ser visto na Figura 2.

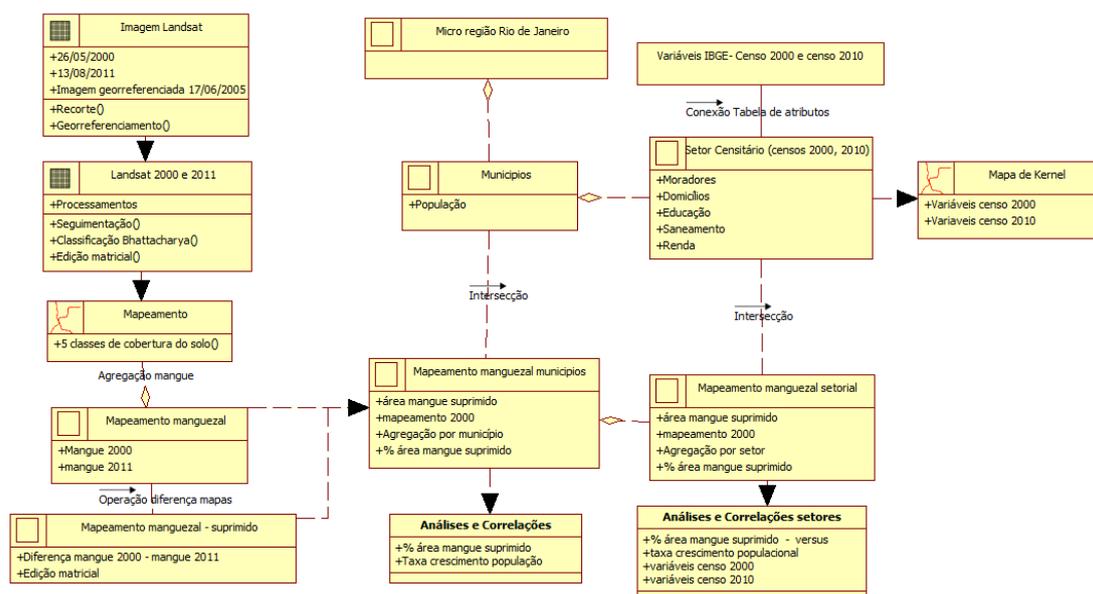


Figura 2- Fluxograma das principais etapas do trabalho

## 2.3 Dados

Para o presente estudo foram utilizadas imagens do satélite Landsat TM5 datadas de 26/05/2000 e 13/08/2011 orbita/ponto 217/076 da região do Estado do Rio de Janeiro, ambas foram obtidas no site <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>.

A malha digital dos setores censitários, municípios e regiões do Rio de Janeiro foram obtidas no site do IBGE ([http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/default\\_sinopse.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/default_sinopse.shtm)). Na mesma fonte foram obtidas as tabelas referentes as variáveis socioeconômicas para o censo de 2010. Para o censo de 2000 foram obtidos em: ([http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default\\_censo\\_2000.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2000.shtm)).

Foram utilizados alguns dados auxiliares tais como: imagem Landsat georreferenciada de 17/06/2005(<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>) para o georreferenciamento das imagens Landsat, polígonos de mangue do Atlas de Remanescentes Florestais do SOS Mata Atlântica (<http://mapas.sosma.org.br/>) para auxiliar no mapeamento do mangue como suporte para o interprete e uso do Google Earth no auxílio da interpretação das imagens. As variáveis socioeconômicas selecionadas para esta pesquisa, são apresentadas na Tabela 1 e fazem referencia aos dados dos censos de 2000 e 2010 IBGE.

Tabela 1- Variáveis socioeconômicas referentes aos dados dos censos de 2000 e 2010  
 Fonte: IBGE 2000, IBGE 2010.

<b>Planilha 2000 IBGE</b>	<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>	<b>controle</b>
<b>Planilha Basico_UF</b>	Var02	Total do rendimento nominal mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes (V0623)	2000b
<b>Planilha Domicilio_UF</b>	Var0001	Domicílios (= domicílios particulares + unidades em domicílios coletivos)	2000e
	Var0034	Domicílios particulares permanentes, com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar	2000f
	Var0048	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado	2000g
<b>Planilha Morador_UF</b>	Var0237	Moradores (ou população residente no setor)	2000h
<b>Planilha Responsável1</b>	Var0509	Responsáveis por domicílios particulares permanentes alfabetizados	2000j
<b>Planilha 2010 IBGE</b>	<b>variável</b>	<b>Descrição</b>	<b>controle</b>
<b>Planilha responsávelRenda_UF</b>	Var022	Total do rendimento nominal mensal das pessoas responsáveis	2010b
<b>Planilha Domicilio01_UF</b>	Var001	Domicílios particulares e domicílios coletivos	2010e
	Var021	Domicílios particulares permanentes, com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar	2010f
	Var035	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado	2010g
<b>Planilha Pessoa03_UF</b>	Var001	Pessoas Residentes	2010h
<b>Planilha resoponsável2_UF</b>	Var093	Pessoas Responsáveis alfabetizados	2010j

## 2.4 Processamento das imagens

As imagens Landsat TM5 de 2000 e 2011 foram georreferenciadas utilizando como base a imagem Landsat georreferenciada de 2005. Foi utilizado o interpolador do vizinho mais próximo, polinômio do 1º grau, com 10 pontos coletados para cada imagem, obtendo erro de menos de 0,4 pixels para ambas as imagens. Para todo o trabalho foi utilizando o sistema de projeção UTM-SIRGAS2000.

Após o georreferenciamento das imagens foi aplicado o seguidor de crescimento de regiões implementado no programa SPRING 5.2.2, foi utilizado como parâmetros a similaridade 10 e 15 pixels. Em seguida foi aplicado o algoritmo de classificação supervisionada Bhattacharya sobre as bandas 3 4 e 5 previamente contrastadas. Foram selecionadas as amostras de treinamento para as classes mangue denso, mangue esparso, água, urbano e outra-vegetação. A classe mangue denso se refere a área vegetadas com espécies de mangue e a classe de mangue esparso é referente as áreas com vegetação de mangue e espécies associadas e de água doce. Na etapa de pós-classificação foi feita a

edição matricial das classes mangue denso e mangue esparso e as outras classes foram agrupadas separando o mangue das outras classes.

Desta forma, foi obtido o mapeamento do mangue para a data de 2000 e de 2011. A partir deste mapeamento foi feita a operação de diferença de mapas entre o mangue de 2000 e de 2011, no programa TerraView 4.2.2. Novamente foi efetuada a edição matricial e obtidos os polígonos de mangue que foram suprimidos durante os 11 anos.

## **2.5 Malha digital municipal e setor censitário**

A partir da malha digital com os municípios e setores censitários do Estado do Rio de Janeiro foram recortados apenas os municípios que compõem a micro região do Rio de Janeiro onde está inserida a Baía de Guanabara.

Para uma análise preliminar do mapeamento do manguezal por município, foi efetuada a intersecção entre a malha de municípios e o mapeamento do mangue de 2000 e de 2011, no programa TerraView 4.2.2. Posteriormente foi calculada área em metros quadrados dos polígonos de mangue no programa Quantum GIS 1.8.

Para uma análise mais detalhada, foi feita a intersecção da malha dos municípios com os polígonos de mangue suprimidos (resultantes da diferença entre o mapa de mangue de 2000 e 2011), assim obtendo polígonos de mangue que foram suprimidos para cada município da Baía de Guanabara. Posteriormente, foram calculadas as áreas de cada polígono em metros quadrados e a porcentagem de área de mangue suprimido.

Para os setores censitários foi efetuado o mesmo processo de intersecção com o mangue suprimido e calculada a área, identificando cada polígono de mangue suprimido para os setores da Baía de Guanabara. Foi efetuado a intersecção dos setores com o mapeamento de 2000, para posterior cálculo da porcentagem de área de mangue suprimido.

Para a malha digital dos setores censitários da micro região do Rio de Janeiro foi importada a tabela previamente organizada com as variáveis socioeconômicas selecionadas (Tabela 1) dos censos do IBGE de 2000 e 2010. Por meio dos setores censitários com as variáveis socioeconômicas foram efetuados mapas de densidade *Kernel* para cada variável. O mapa de *Kernel* fornece a intensidade do processo na região de estudo, por meio de interpolação. Segundo Câmara et al. (2004) os parâmetros básicos do estimador *Kernel* são o raio de influência que define a vizinhança do ponto a ser interpolado e a função de estimação com propriedades de suavização do fenômeno. No presente trabalho foram utilizados 19515 eventos referentes aos setores censitários da micro região do Rio de Janeiro, foi utilizada número de colunas igual a 50, algoritmo de função quártico e cálculo da densidade, implementados no programa Terraview 4.2.2.

## **2.6 Cálculo da taxa populacional e correlações**

Foram calculadas as taxas de crescimento populacional para os municípios e para os setores censitários a partir dos dados de população dos censos de 2000 e 2010, baseadas na equação 1 obtida em <http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/LivroIDB/2edrev/a03.pdf>. A taxa populacional é o percentual de incremento médio anual da população residente no período considerado, indicando o ritmo de crescimento populacional. As estimativas da população são realizadas pelo método geométrico. A Equação 1 mostra a formulação para o cálculo da taxa de crescimento populacional ( $r$ ), onde  $P_t$  é a população final e  $P_o$  é a população no começo do período considerado e " $n$ " igual o número de anos do período.

$$r = \left[ \left( \sqrt[n]{\frac{P_t}{P_0}} \right) - 1 \right] \times 100$$

Equação 1

A porcentagem de área de mangue suprimida foi calculada em relação a área de mangue mapeada em 2000, esta considerada 100%.

Após os cálculos das taxas de crescimento da população para os municípios e setores censitários foram efetuadas estatísticas de análises de correlação linear entre os valores de taxa de crescimento populacional e a porcentagem de área de mangue suprimida durante o período, para o nível municipal e setor censitário. A análise de correlação linear é um modo de expressar estatisticamente a tendência da variação da resposta de (y) em relação à variável preditora (x). O percentual da variância total que é explicada pela reta obtida pelo modelo de regressão pode ser estimado pelo coeficiente de determinação  $R^2$  (Neter et al. 1996).

### 3. Resultados

#### 3.1 Mapas de densidade *Kernel*

Com as variáveis socioeconômicas dos setores censitários referentes aos censos de 2000 e 2010 do IBGE foram efetuados mapas de densidade *Kernel* com a finalidade de obter uma visão geral da intensidade dos processos e o comportamento dos padrões. As variáveis foram: total do rendimento nominal mensal das pessoas responsáveis (B), domicílios (E), domicílios particulares permanentes, com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar (F), domicílios particulares permanentes com lixo coletado (G), moradores (H) e pessoas responsáveis alfabetizadas (J). Os mapas de densidade *Kernel* podem ser vistos nas Figuras 3 a 8. Observa-se maior intensidade na região leste do município do Rio de Janeiro, São João de Meriti. Alguns mapas mostraram alta intensidade na região da borda da Baía de Guanabara, para os municípios de Duque de Caxias, São Gonçalo e Niterói. Estas regiões apresentam alta aglomeração de setores e são regiões densamente povoadas. Para o mapa de *kernel* da variável renda, Figura 3, observa-se maior intensidade em pontos vermelhos concentrados no Rio de Janeiro. Para o mapa de *kernel* da variável esgotamento via rio, Figura 5, observa-se maior intensidade na borda do município de São Gonçalo.

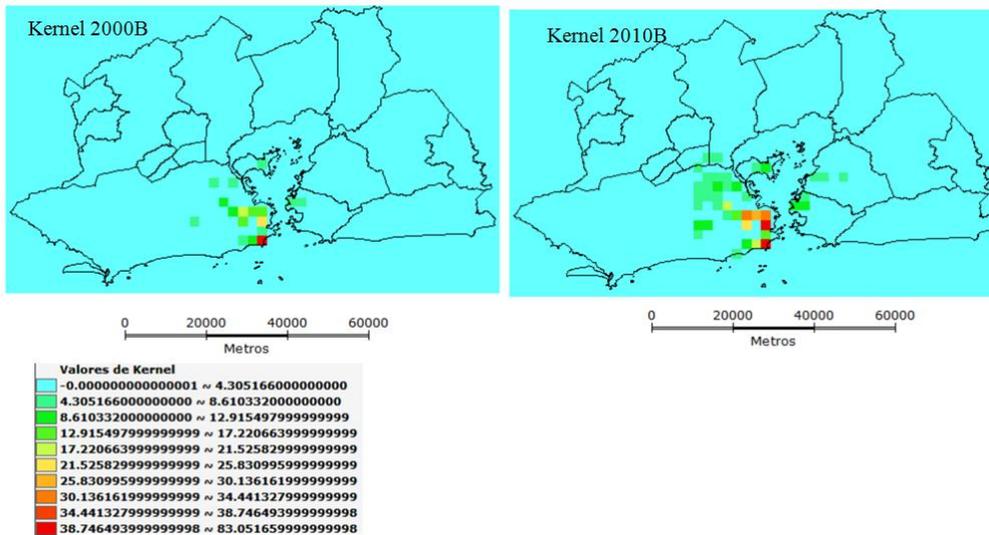


Figura 3- Mapa de *kernel* para a variável B- total do rendimento nominal mensal das pessoas responsáveis

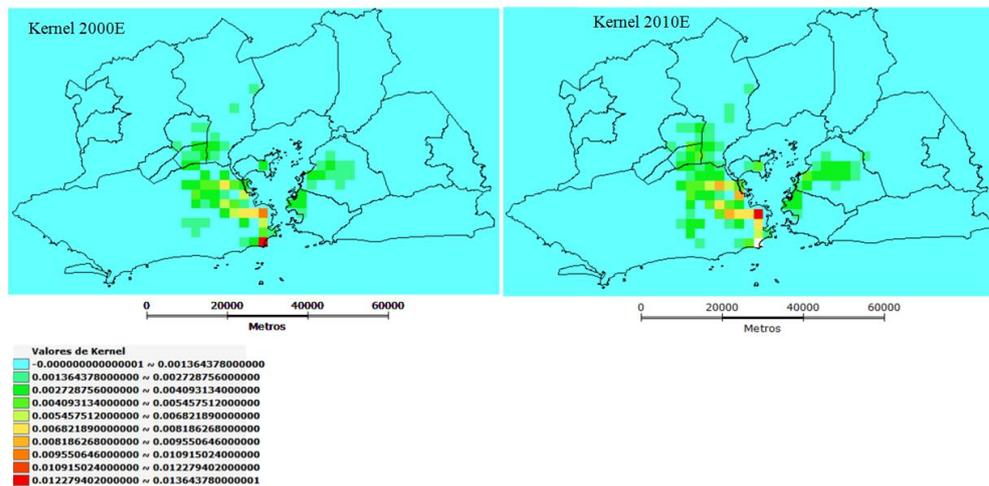


Figura 4 - Mapa de *kernel* para a variável E- domicílios

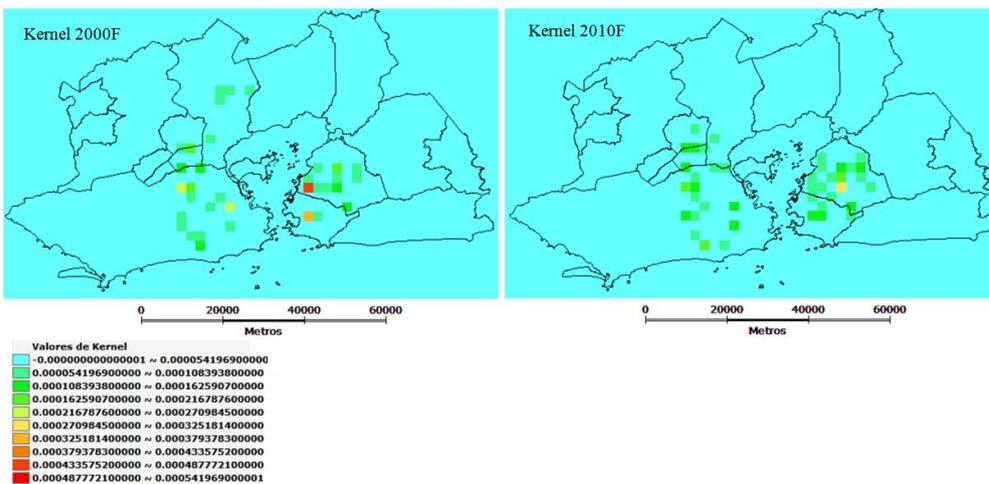


Figura 5- Mapa de *kernel* para a variável F- domicílios particulares permanentes, com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar.

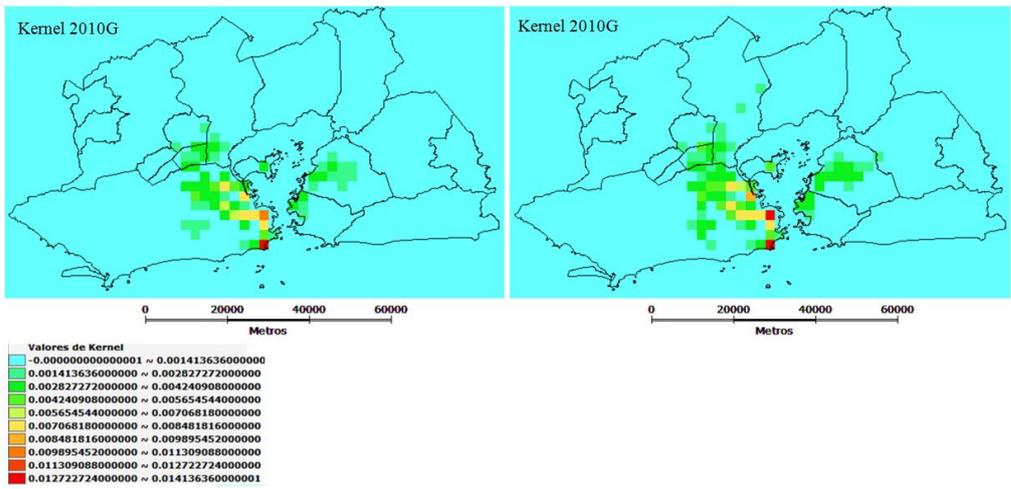


Figura 6- Mapa de *kernel* para a variável G- domicílios particulares permanentes com lixo coletado

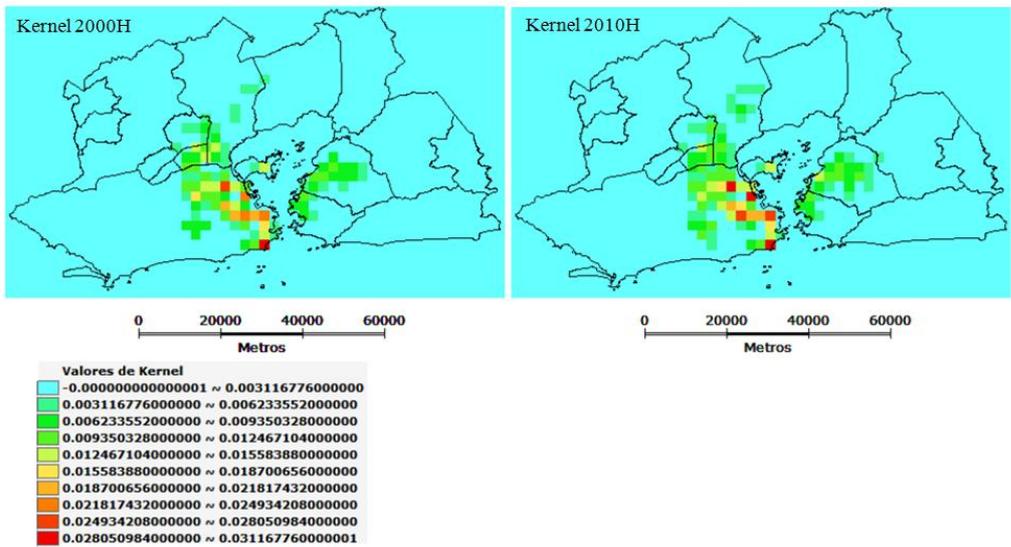


Figura 7- Mapa de *kernel* para a variável H- moradores.

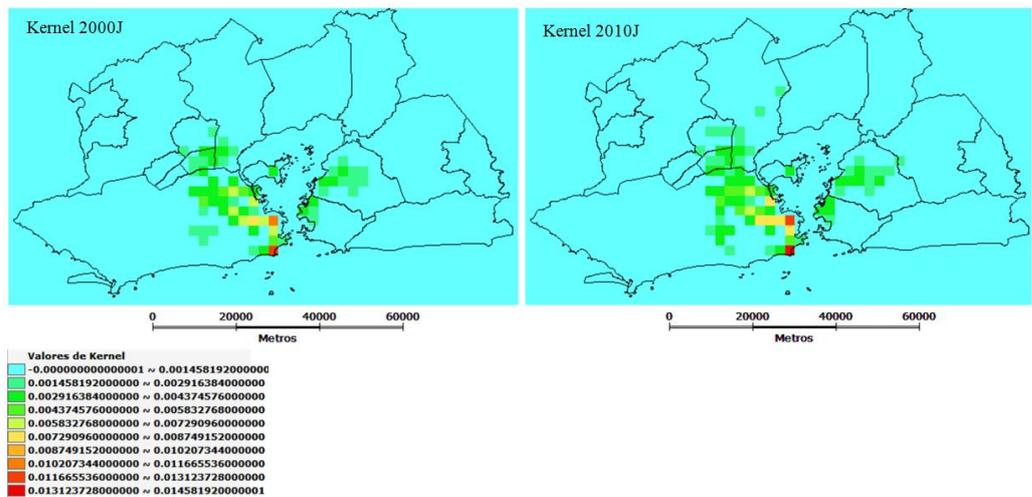


Figura 8- Mapa de *kernel* para a variável J- pessoas responsáveis alfabetizadas.

### 3.2 Mapeamento do manguezal

Com o resultado do mapeamento do manguezal obtido por meio da classificação supervisionada Bathacharya (Figura 9) foram mapeados 91.86km<sup>2</sup> de área de manguezal para a imagens do ano de 2000, sendo 61.7 km<sup>2</sup> para a classe mangue denso e 30,0km<sup>2</sup> para a classe mangue esparso. Para a imagem de 2011, foram mapeados 83.36km<sup>2</sup> sendo 55.5 km<sup>2</sup> para a classe mangue denso e 27.8km<sup>2</sup> para mangue esparso (Tabela 2) (Figura 10). Com este resultado observa-se que aproximadamente 10% de áreas de mangue denso foram suprimidas ou transformadas em outra classe de 2000 para 2011.

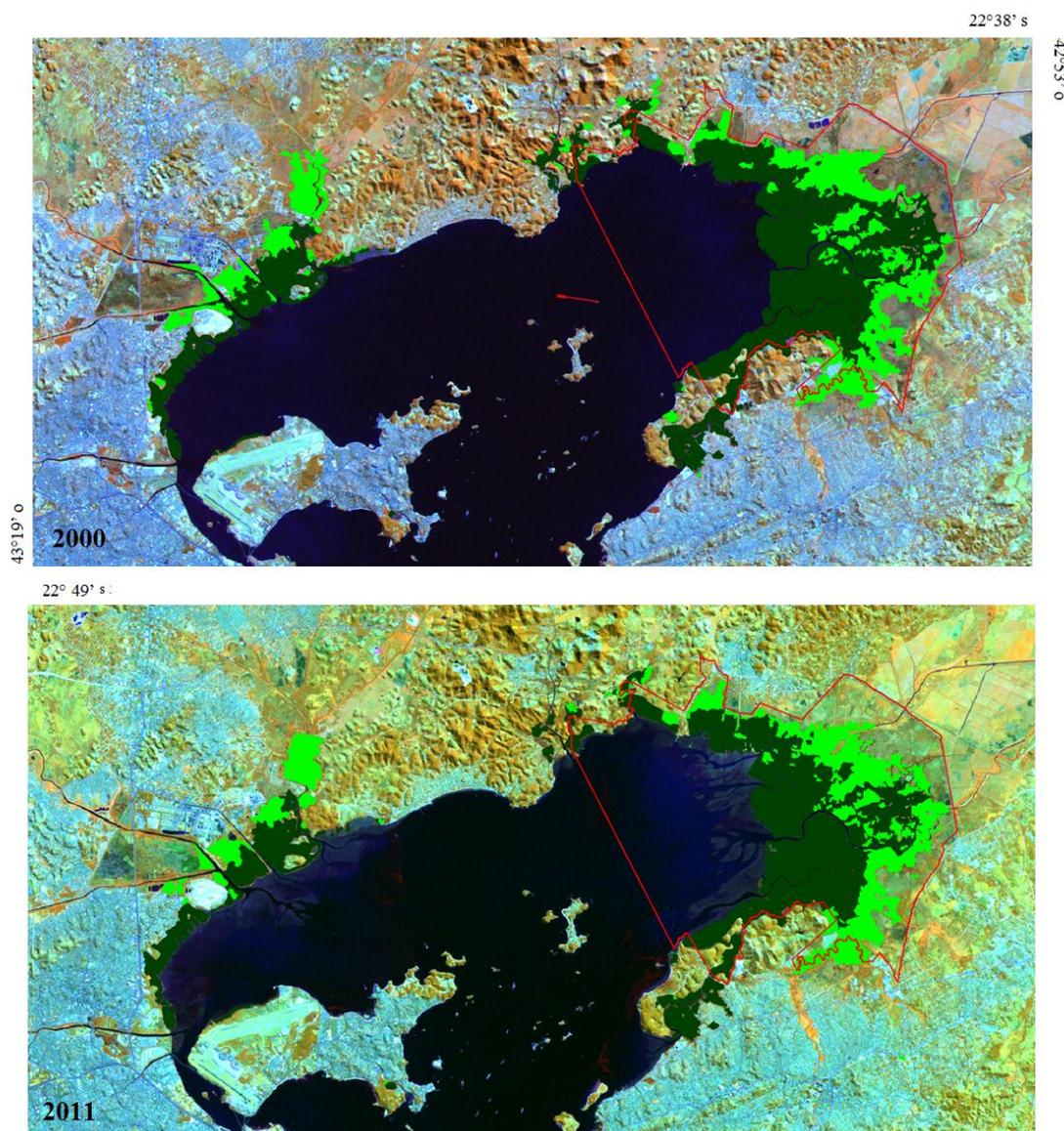


Figura 9 - mapeamento do manguezal para as imagens Landsat TM5 de 2000 e 2011 sobre combinação colorida R4G5B3 das respectivas imagens. Limite da APA Guapimirim em destaque vermelho.

Tabela 2- Resultado do mapeamento do manguezal, área (km<sup>2</sup>) da cobertura de manguezal por município e por tipo de cobertura, mangue denso e mangue esparso.

Município	Mapeamento mangue 2000 (km <sup>2</sup> )	Mangue denso 2000 (km <sup>2</sup> )	Mangue esparso 2000 (km <sup>2</sup> )	Mapeamento mangue 2011 (km <sup>2</sup> )	Mangue denso 2011 (km <sup>2</sup> )	Mangue esparso 2011 (km <sup>2</sup> )
<b>Duque de Caxias</b>	16.44	9.82	6.62	14.83	9.73	5.10
<b>Guapimirim</b>	31.89	21.88	10.00	31.03	19.65	11.38
<b>Itaboraí</b>	13.02	8.81	4.21	11.94	8.20	3.74
<b>Magé</b>	11.34	7.67	3.66	8.64	5.69	2.95
<b>Rio de Janeiro</b>	0.26	0.26	0.00	0.29	0.28	0.02
<b>São Gonçalo</b>	18.91	13.32	5.60	16.64	11.99	4.65
<b>Total</b>	<b>91.86</b>	<b>61.77</b>	<b>30.10</b>	<b>83.36</b>	<b>55.53</b>	<b>27.83</b>

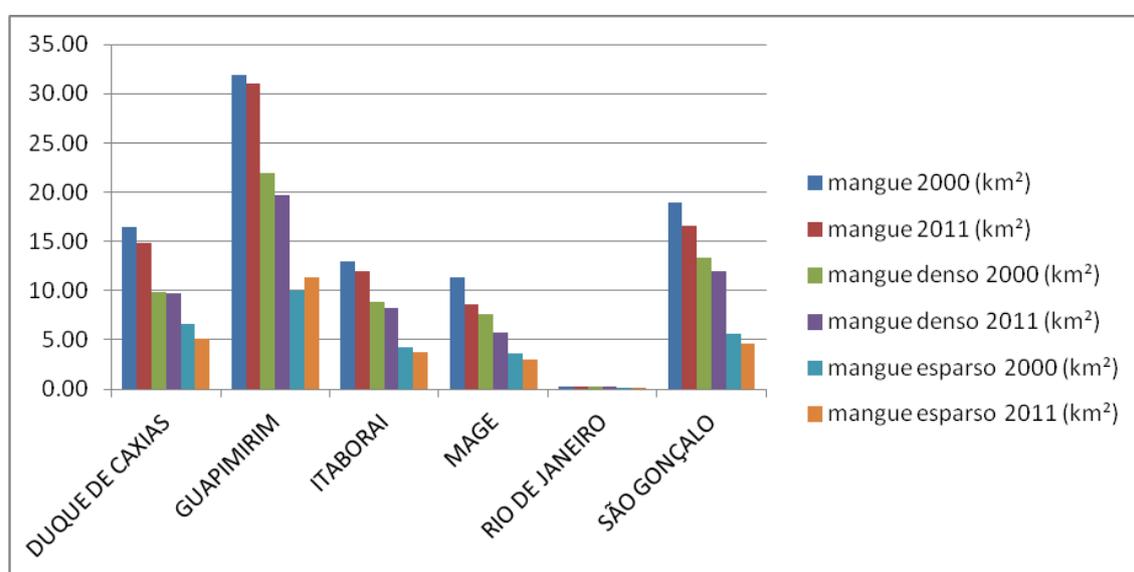


Figura 10- gráfico comparativo do valor da área de mangue mapeada para as imagens Landsat de 2000 e 2011.

Lardosa et al.( 2013), atualizaram o mapeamento dos remanescentes de manguezal do litoral do Estado do Rio de Janeiro numa escala de 1:10.000. Para toda a região da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara foram mapeadas 93,96km<sup>2</sup> de área de mangue, mas aqui incluindo ainda a planície fluvio-marinha da região de Jacarepaguá e a região oceânica de Niterói e Maricá (Lardosa et al., 2013). O mapeamento dos remanescentes de mangue dentro da Baía de Guanabara segundo informações da Fundação SOS Mata Atlântica (2010) possui área de 70.91km<sup>2</sup>.

A partir do resultado da diferença entre os mapas de mangue de 2000 e 2011, foram gerados polígonos de mangue suprimidos entre as datas. Foi novamente efetuada a edição matricial de forma mais detalhada, como pode ser visto em destaque rosa na Figura 11. Como resultado foi obtido 3.18km<sup>2</sup> de área de mangue suprimidos entre as duas datas. Este procedimento de diferença entre mapas possibilitou um resultado mais exato dos polígonos de mangue suprimido durante o período de estudo (2000 - 2011).

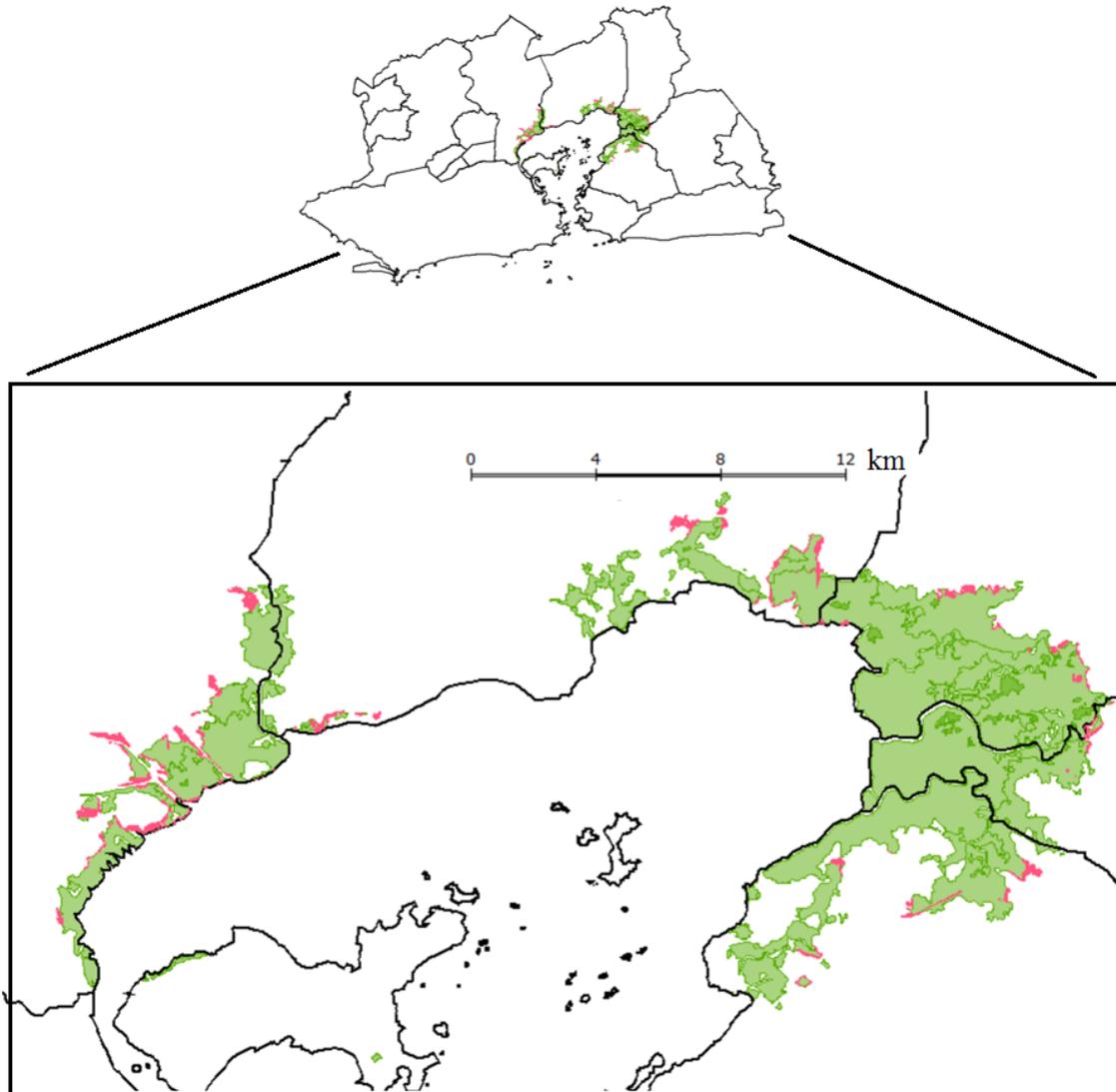


Figura 11- Mapeamento do manguezal para 2000 em verde e polígonos de mangue suprimido durante o período de estudo (2000 a 2011) em destaque rosa.

Com a intersecção da malha digital municipal com os polígonos do mapeamento da imagem de 2000, bem como com os polígonos de mangue suprimidos (Figura 11) e a posterior agregação por município, foi possível obter para cada município a porcentagem de área de mangue suprimido (Tabela 3). Posteriormente este valor da porcentagem de área de mangue suprimido para cada município foi comparado e correlacionado com a taxa de crescimento populacional (Tabela 3), como pode ser visto nas Figuras 12 e 13. Observa-se que não existe correlação significativa do aumento da taxa de crescimento populacional e a perda de áreas de mangue para o período proposto. Porém, observa-se que o valor mais alto da porcentagem de área desmatada 10% ocorreu para o município de Duque de Caxias, que é um municípios com valor alto de população com 855048 habitantes (IBGE, 2010) e com alta densidade demográfica de 1658 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). São Gonçalo, que é o segundo município mais populoso dentre os municípios aqui estudados, com 999728 habitantes (IBGE, 2010), apresentou menor porcentagem de mangue suprimido em relação a Duque de Caxias, isto pode estar relacionado com a importância de políticas ambientais vigentes, pois a maior parte do manguezal deste município está dentro da APA Guapimirim.

Tabela 3- Valores da População dos censos de 2000 e 2010, taxa de crescimento populacional, área de mangue suprimido e porcentagem de mangue suprimido para os municípios da Baía de Guanabara.

Município	População 2000 (IBGE)	População 2010 (IBGE)	Taxa de crescimento populacional	Área mangue suprimido (km <sup>2</sup> )	% de mangue suprimido*
Duque de Caxias	775456	855048	0.98	1.65	10.03
Guapimirim	37952	51483	3.10	0.40	1.28
Itaboraí	187479	218008	1.52	0.09	0.79
Mage	205830	227322	1.00	0.59	6.42
Rio de Janeiro	5857904	6320446	0.76	0.0016	0.06
São Gonçalo	891119	999728	1.16	0.44	2.58
<b>Total</b>	<b>7955740</b>	<b>8672035</b>		<b>3.18</b>	

\* mangue suprimido por causas antrópicas e/ou naturais

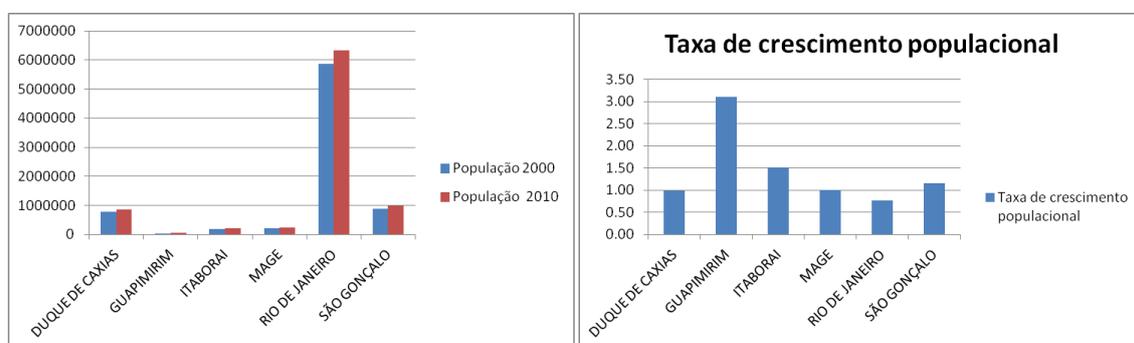


Figura 12 - Gráfico do número de habitantes em 2000 e 2010 (IBGE) e taxa de crescimento populacional para os municípios de estudo.

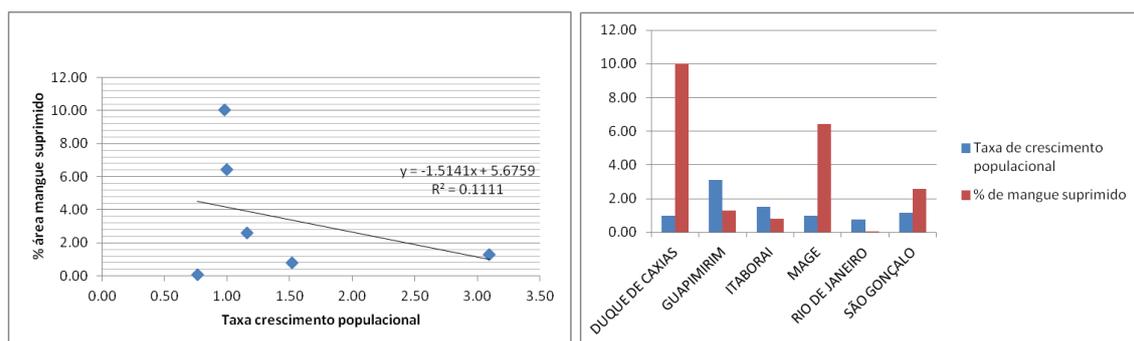


Figura 13- Correlação e gráfico comparativo entre a taxa de crescimento populacional para o período de 10 anos com a porcentagem de mangue suprimido.

Observa-se na Tabela 3 e Figura 12 que o município de Guapimirim e Itaboraí, apesar de serem os municípios menos populosos, tiveram as maiores taxas de crescimento populacional anual para este período de estudo (2000 à 2010), com 3.10 e 1.52, respectivamente. O aumento da taxa de crescimento populacional para estes municípios, Guapimirim e Itaboraí, pode estar relacionado com a construção do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ) iniciada em 2008 no município de Itaboraí ocupando uma área de 45km<sup>2</sup>. Este é um complexo industrial, um dos principais empreendimentos da Petrobras, onde serão produzidos derivados do petróleo e produtos petroquímicos (COMPERJ, 2013).

Para o município de Guapimirim, observa-se em alguns pontos no limite da APA uma diminuição do mangue denso e aumento do mangue esparso, ou seja, aumento de espécies associadas e de água doce em áreas de mangue denso. Os municípios de Guapimirim e Itaboraí, apresentaram baixos valores de porcentagem de área de mangue suprimido. Este resultado mostra a provável eficácia da APA Guapimirim que foi instalada em 1984 (Decreto 90225/84), e tem sido fundamental para a conservação do ecossistema manguezal desta região.

Para o município de Magé, observa-se nas imagens de 2011 algumas áreas com acreção de mangue em relação as imagens de 2000, podendo ter relação com a degradação ocorrida em decorrência do vazamento de óleo em janeiro de 2000 na Baía de Guanabara, que causou a poluição do manguezal e perda de vida de muitas espécies.

### **Setores censitários**

Com a intersecção da malha digital dos setores censitários com os polígonos do mapeamento da imagem de 2000 e com os polígonos de mangue suprimidos (diferença 2000 - 2011) e agregados por setor foi possível obter para cada setor a porcentagem de área de mangue suprimido. Posteriormente, este valor da porcentagem de área de mangue suprimido para cada setor foi correlacionado com a taxa de crescimento populacional dos setores e com as variáveis de 2010, tais como: total do rendimento nominal mensal das pessoas responsáveis (2010b), domicílios (2010e), domicílios particulares permanentes, com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar (2010f), domicílios particulares permanentes com lixo coletado (2010g) e pessoas responsáveis alfabetizados (2010j). Os gráficos das correlações podem ser visto na Figura 14, observa-se que para estes dados nenhuma correlação foi estatisticamente significativa. Lembrando que foi levado em consideração para os cálculos todos os setores que possuíam mangue em 2000, por isto os valores de porcentagem de mangue suprimido que apresentaram valor zero também entraram nos calculo das correlações.

Analisando os setores que apresentaram maior área de mangue suprimido, acima de 0.150km<sup>2</sup> (Tabela 4), mostrados na Figura 15, observa-se que nos setores de Duque de Caxias (330170205000443, 330170205000456, 330170210000148, 330170210000126) ocorre diminuição da área de mangue (Figura 15d,15e) principalmente com o aumento da área urbana, alguns polígonos de mangue da imagem de 2000 são substituídos por áreas urbanizadas e construções. Observa-se no setor 330170205000456 do município o aumento nítido da área do aterro metropolitano de Jardim Gramacho (Figura 15e), um lixão que funcionava sobre o mangue há décadas e encerrou as atividades em 2012 (Lixo, 2013), este setor possui 620 habitantes com taxa de crescimento populacional de 0,66% e 173 domicílios sendo 60 com esgotamento sanitário via rio ou lago. O setor 330170205000443 possui uma taxa de crescimento populacional mais alta de 16,49%, com 1658 habitantes, 451 domicílios sendo 79 com esgotamento sanitário via rio ou

lago (IBGE, 2010), neste setor o manguezal foi visualmente suprimido e substituído por classe urbana (Figura 15e). Para o setor 330170210000126 ocorreu uma taxa de crescimento populacional de 0,84%, este setor possui 445 habitantes e 137 domicílios (IBGE, 2010).

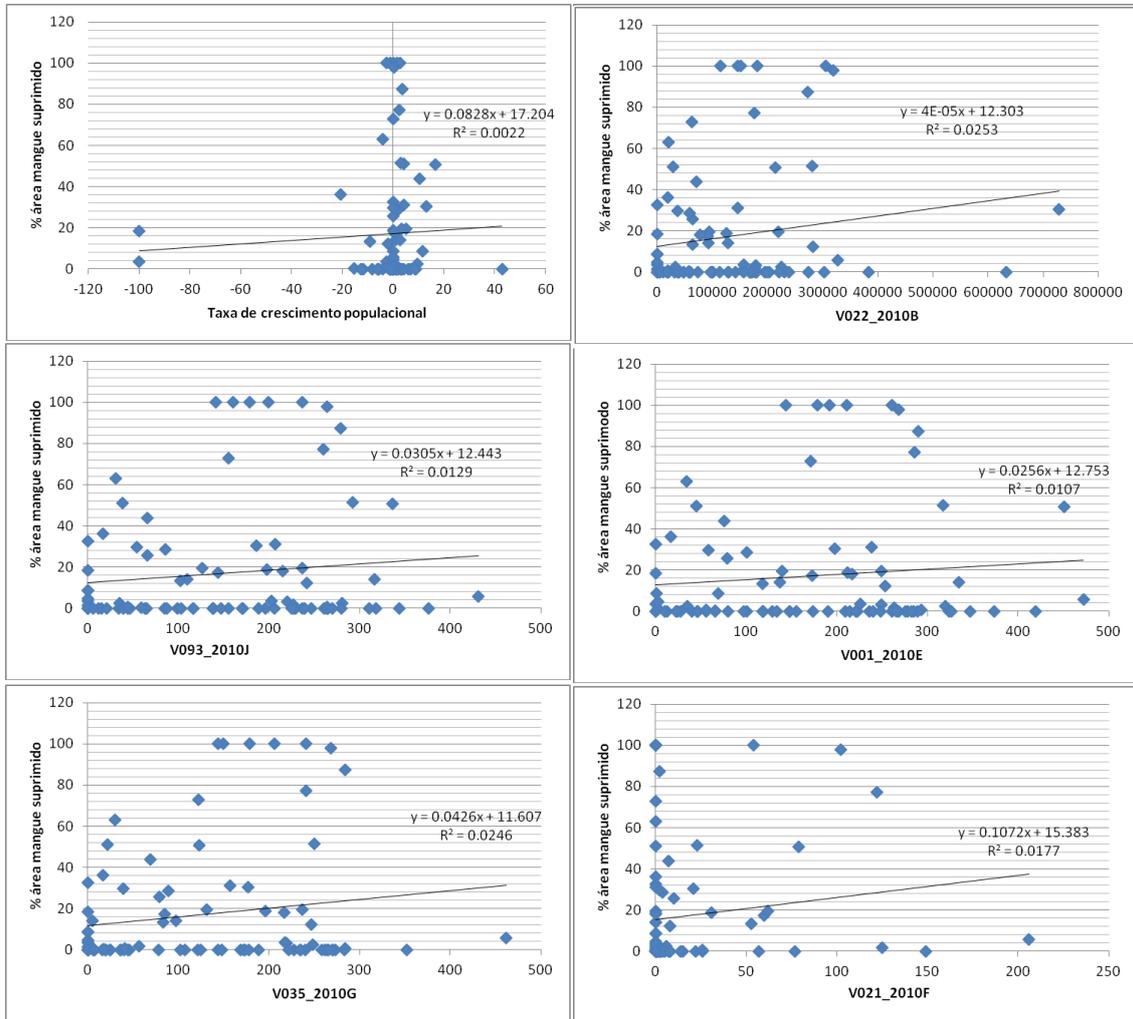


Figura 14 - Correlações entre a porcentagem de área de mangue suprimido por setor versus Taxa crescimento populacional e as variáveis: total do rendimento nominal mensal das pessoas responsáveis (2010b), domicílios (2010e), domicílios particulares permanentes, com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar (2010f), domicílios particulares permanentes com lixo coletado (2010g) e pessoas responsáveis alfabetizados (2010j).

Tabela 4- Setores censitários com área de mangue suprimido acima de 0,15km<sup>2</sup>

Município	Código setor (IBGE)	Área suprimida km <sup>2</sup>
São Gonçalo	330490415000099	0.183208
Duque de Caxias	330170205000443	0.173169
Duque de Caxias	330170210000126	0.387875
Duque de Caxias	330170205000456	0.36404
Duque de Caxias	330170210000228	0.203293
Duque de Caxias	330170210000148	0.191738
Guapimirim	330185005000073	0.390894
Magé	330250215000002	0.178634
Magé	330250205000045	0.287289

O setor censitário localizado em Magé (330250215000002), possui uma população de 684 habitantes com 217 domicílios (IBGE 2010), com baixa taxa de crescimento populacional 0,23, observa-se na imagem Landsat Tm5 na Figura 15c uma diminuição do mangue da franja que borda a Baía, provocado por processos naturais e/ou antrópicos e em outras áreas observam-se incrementos de mangue.

O setor censitário localizado em Guapimirim (330185005000073) (Figura 15b), possui uma população de 8 habitantes (IBGE 2010) e 3 domicílios é um setor considerado área rural e fica dentro da APA Guapimirim, possuindo uma vasta cobertura de manguezal. Observa-se que neste setor que áreas de mangue esparso são influenciadas por vegetação associada e ou de água doce. No setor censitário de São Gonçalo (330490415000099) (Figura 15a) que também fica dentro da APA de Guapimirim, segundo informações do censo IBGE (2010) este setor possui uma população de 232 habitantes e 69 moradias, uma taxa de crescimento populacional de 11,6%. Observa-se que áreas de mangue, principalmente mangue esparso, são modificadas devido o aumento de vegetação de água doce, podendo ser pastagem ou algum tipo de uso do solo agrícola.

Em termos gerais para estes setores de 20% a 30% dos responsáveis por domicílio são alfabetizados (variável 2010J).

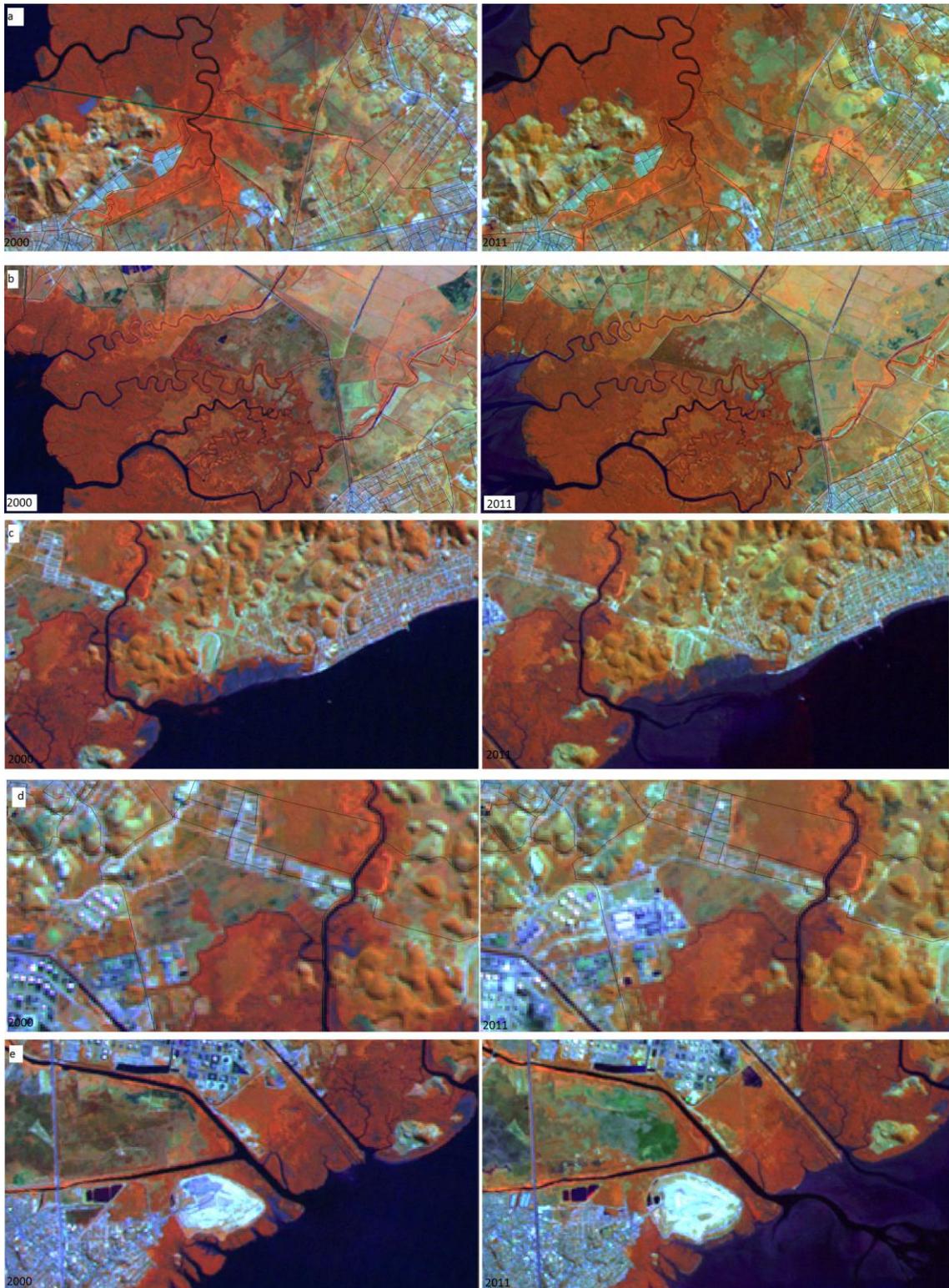


Figura 15- Recorte comparativo das imagens LandsatTM5 de 2000 e 2011, (a) São Gonçalo, (b) Guapimirim, (c) Magé, (d) e (e) Duque de Caxias.

#### 4. Conclusões

No presente estudo foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e SIG objetivando relacionar a cobertura de manguezal suprimida durante os anos de 2000 e 2011 com a ocupação urbana dos municípios que bordam a Baía de Guanabara, tais como: Rio de Janeiro, Duque de Caxias, Magé, Guapimirim, Itaboraí e São Gonçalo. Com o uso de imagens Landsat TM5 dos anos de 2000 e 2011, dados do IBGE censos de 2000 e 2010 e por meio de técnicas de classificação de imagens e álgebra de mapas foi possível gerar e integrar as informações. Como resultado do mapeamento das áreas de mangue suprimido durante o período de estudo foi obtido uma área total de 3,18km<sup>2</sup> de mangue suprimido. De uma forma geral, os remanescentes de mangue localizados em municípios e setores mais populosos e com urbanização mais intensa foram mais impactados. Como no caso de Duque de Caxias, onde foram identificados remanescentes de mangue que foram suprimidos com o aumento da urbanização. Porém, quando os remanescentes de mangue estão inseridos em estações ecológicas ou áreas de proteção ambiental, mesmo que estejam em municípios com alta taxa de crescimento populacional, percebeu-se a conservação e recuperação natural do ecossistema. Como observado com os remanescentes de manguezal inseridos na APA Guapimirim, que apresentaram pouca alteração durante este período de estudo mesmo estando em municípios com taxa de crescimento populacional crescente, como Itaboraí e Guapimirim. Este resultado enfatiza a importância de políticas públicas de gestão dos manguezais para a proteção e preservação do ecossistema.

#### 5. Referências bibliográficas

Câmara, G. Carvalho, M.S. Análise espacial de eventos Cap 2. In: Druck, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro, A.V.M. (eds) "Análise Espacial de Dados Geográficos". Brasília, EMBRAPA, 2004 (ISBN: 85-7383-260-6)

Giri, C.; Oching, E.; Tieszen, L.L.; Zhu, Z.; Singh, A.; Loveland, T.; Masek, J.; Duke, N. Status and distribution of mangrove forest of the world using earth observation satellite data. **Global Ecology and Biogeography**. (doi: 10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x), p. 1-6, 2010.

Lardosa, E.I; Simões, M.; Soares, M.L.G. Cartografia das áreas de ocorrência de manguezais no Estado do Rio de Janeiro através da integração de múltiplas fontes de dados. *Revista Brasileira de Cartografia*, n.65-1 p.1-14, 2013.

Moraes, L. E. S.; Gherardi, D. F. M.; Fonseca, L. M. G. Análise multi-temporal da cobertura vegetal do tipo manguezal da APA de Guapimirim (RJ) através do processamento de imagens TM-LANDSAT. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. (SBSR), 2009, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE, 2009. p. 4615-4622.

Neter, J.; Kutner, M. H.; Nachtsheim, C. J.; Wasserman, W. **Applied linear statistical models**. 4.ed. Boston: McGraw-Hill, 1996. 1408 p.

Pires, I. O. Manguezais da região do recôncavo da Baía de Guanabara: revisita através dos mapas. Revista gestão Costeira Integrada. N2 manguezais do brasil. 2010

Soares, M. L. S.; Almeida, . M. M.; Cavalcante, V. F. Estrada, G. C. D. ; Santos, D.M.C. Vulnerabilidade Dos Manguezais Da Região Metropolitana Do Rio De Janeiro Faceàs Mudanças Climáticas, Vulnerabilidade Dos Sistemas Naturais, Cap 4. In: Megacidades, Vulnerabilidades E Mudanças Climáticas: Região Metropolitanadoriode Janeiro. 2011. [https://s3.amazonaws.com/tapajos/Megacidades/10\\_Manguezais.pdf](https://s3.amazonaws.com/tapajos/Megacidades/10_Manguezais.pdf)

Soares, M. L. G.;Chaves, F.O.;Corrêa, F.M.;Silva Junior, C.M.G. Diversidade estrutural de bosques de mangue e sua relação com distúrbios de origem antrópica: o caso da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro). Anuário do Instituto de Geociências (Rio de Janeiro), v. 26, p. 101-116, 2003.

Soares, M.L.G.; Schaeffer-Novelli, Y. Above-ground biomass of mangrove species. I. Analysis of models. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.65, p. 1-18, 2005.

Schaeffer-Novelli, Y. **Manguezais brasileiros**. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 1991. 42p.

#### **Sites consultados:**

COMPERJ <http://www.comperj.com.br/Apresentacao.aspx> consultado em 13/06/2013

DATASUS <http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/LivroIDB/2edrev/a03.pdf> . consultado em 21/05/2013

IBGE 2010 - Censo 2010  
([http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/default\\_sinopse.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/default_sinopse.shtm)). consultado em 15/05/2013

IBGE 2000 - Censo 2000  
([http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default\\_censo\\_2000.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2000.shtm)). consultado em 15/05/2013

ICMBIO <http://www.icmbio.gov.br/apaguapimirim/> consultado em 15/06/2013

INPE <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/> consultado em 10/05/2013

Lixo[http://www.lixo.com.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=154&Itemid=265](http://www.lixo.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=154&Itemid=265). consultado em 19/06/2013

Fundação SOS Mata Atlântica <http://mapas.sosma.org.br/>