

## Detecção de mudanças e modelagem GEOBIA para identificação de áreas antrópicas no município do Rio de Janeiro entre 2000 e 2015.

Ana Paula de Oliveira<sup>1</sup>  
Vandré Soares Viegas<sup>1</sup>  
Paula Maria Moura de Almeida<sup>1</sup>  
Elizabeth Maria Feitosa da Rocha de Souza<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ  
Laboratório Espaço de Sensoriamento remoto e Estudos Ambientais –  
Departamento de Geografia.  
Av. Athos da Silveira 274 Bloco I Sala 010  
CEP 21941-611 Rio de Janeiro –RJ-  
{oliveira.apdo, v.vegas18, almeida.pmm} @gmail.com  
elizabeth.igeo@ufrj.br

**Abstract.** The use of the remote sensing in various research approaches for monitoring and mapping, has enabled the recognition and differentiation of features in environmental or urban studies. The change detection presents innovative character because can to identify a large number of change, through discrimination of their physicochemical properties, with simultaneous acquisition of images in a long time. The sensors adopted in the present study are: TM and OLI, both from series Landsat. The goal of this research is to characterize the changes of urban areas during 15 years, using the technique of mapping GEOBIA and change detection, in the Rio de Janeiro City-Brasil. After the all processing were made the corrections and analysis. The images have undergone a atmospheric correction, and radiometric normalization. After the images were processed, curves were generated with the spectral response of the targets to verify the adjustment of the images. Finally, modeling for the identification of urban areas in software ecognition was generated. As descriptors were generated 03 indices using images: NDBI, NDWI and NDVI. After the modeling of the descriptors and the mapping of the urban areas in the municipality. The modeling was successful, and separated in the period the increments of the built areas, allowing to spatialize the results.

**Palavras-chave:** Change Detection, Remote Sensing, Urban Area,

### 1. Introdução

As áreas urbanas se caracterizam por espaços bastante diversificados com dinâmicas espaciais e sociais distintas. Há uma tendência espacial indicando que por décadas estes ambientes vêm passando por constantes modificações, principalmente quando nos referimos ao Estado do Rio de Janeiro, que vem tendo uma forte consolidação de sua área metropolitana, sobretudo no município homônimo. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000) área urbanizada de cidade ou vila é a área legalmente definida como urbana caracterizada por construções, arruamentos, e intensa ocupação humana; as áreas afetadas por transformações decorrentes do desenvolvimento urbano, e aquelas, reservadas à expansão urbana.

O município do Rio de Janeiro caracteriza-se por uma estrutura física bastante heterogênea, com grandes maciços costeiros, morros e montanhas, contrastando com a ocupação, muitas vezes desordenada. Uma cidade com essas características conflituosas ressalta ainda mais a necessidade de mapeamentos preventivos que possam, também, facilitar políticas públicas voltadas ao controle urbano e bem-estar de seus moradores.

Com a adoção das técnicas de sensoriamento remoto, há um grande subsidio de ferramentas que podem contribuir diretamente com a análise da mancha urbana modificada, visto que a expansão de certa área ocupada, assim como sua ocupação podem ser facilmente detectadas através de imagens de satélite (FLORENZANO, 2011).

Foi utilizada classificação GEOBIA, onde os objetos com características em comum são agrupados em classes, e estas são organizadas em forma de rede hierárquica, onde as classes de um nível inferior (subclasses) herdam as características da classe do nível superior (superclasse) (PINHO, 2005).

Dentro da classificação foi utilizado a técnica de detecção de mudança, que segundo SINGH (1989) é o processo de identificação de diferenças no estado de um objeto ou fenômeno observando-os em diferentes épocas. Esse processo envolve, imprescindivelmente, a capacidade de quantificar os efeitos temporais utilizando conjunto de dados multitemporais.

O presente trabalho objetiva mensurar o avanço das áreas construídas no município do Rio de Janeiro, utilizando técnicas de detecção de mudanças a partir de imagens dos sensores TM e OLI da série LANDSAT, num intervalo de 5 em 5 anos, entre 2000 e 2015.

Para o desenvolvimento da pesquisa definiu-se a área de estudo como o município do Rio de Janeiro, dividido em 05 Áreas de Planejamento – AP e 161 bairros, e segundo o Censo 2010 (IBGE) possuía 40,87% da população do Estado, apresentando intensa transformação do espacial.

## 2. Metodologia de Trabalho

A figura 1 destaca a metodologia utilizada na presente pesquisa.

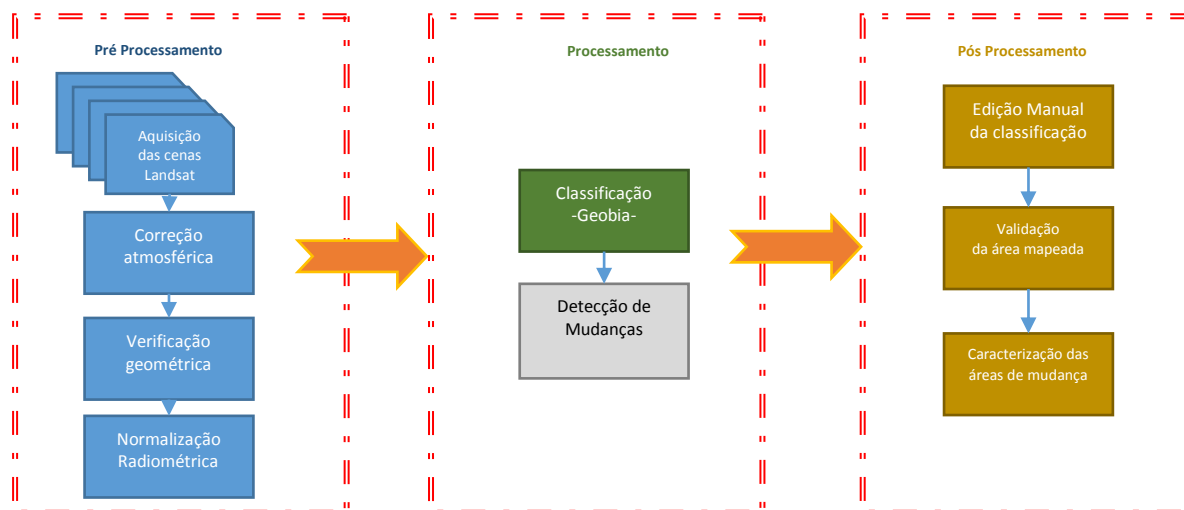


Figura 1 – Fluxograma Metodológico

A metodologia desenvolvida iniciou com a aquisição e processamento das imagens Landsat, adquiridas gratuitamente pelo *United States Geological Survey (USGS)*. Sendo este um trabalho de análise temporal, primeiramente buscou-se as imagens mais representativas da área, com pouca cobertura de nuvens, dos anos 2000, 2005, 2010 e 2015, atentando para a aquisição de cenas do mesmo período climático para manter o padrão de resposta espectral semelhante.

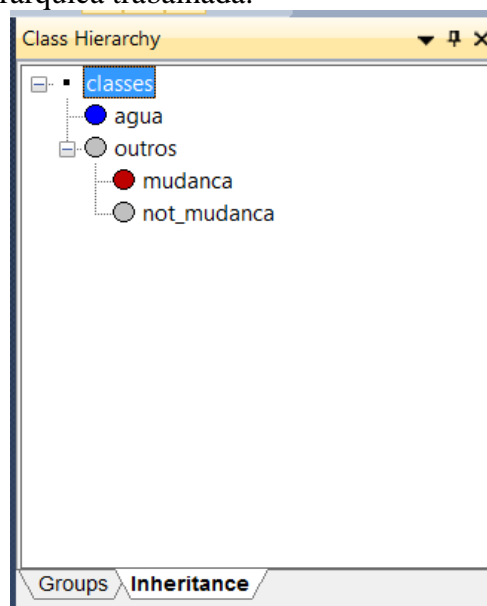
Algumas etapas são primordiais quando se utiliza a técnica de detecção de mudanças, seguindo as seguintes etapas: correção atmosférica das imagens (utilizando o software PCI Geomatics – ATCOR), visando atenuar os efeitos de espalhamento e absorção da atmosfera, que podem alterar a resposta espectral dos alvos, principalmente quando se realiza um estudo multi-temporal.

Os parâmetros utilizados no que diz respeito as condições atmosférica foram “urban” para o tipo de aerossol e as condições como tropical, a visibilidade foi estimada de 35 km. O processo de correção atmosférica também foi avaliado, e os resultados comparados com

aqueles obtidos pela bibliografia de referência, que apontou como melhor resultado a imagem de 2005 utilizada em etapa posterior como referência para normalizar as demais imagens.

Seguindo a etapa de pré-processamento das imagens a próxima etapa consistiu na normalização radiométrica das imagens por meio do Software livre *R*. e utilizando 300 pontos invariantes no recorte temporal espalhados pela cena das imagens. Segundo **Ponzoni** (2000), o processo de normalização é uma técnica de calibração relativa que consiste na regressão linear entre imagens multiespectrais em uma série temporal em relação a uma imagem de referência. Esse processamento diminui as diferenças radiométricas entre as imagens, causadas por inconsistências geradas pelas condições de aquisição (**YUAN e ELVIDGE, 1996; YANG e LO, 2000**).

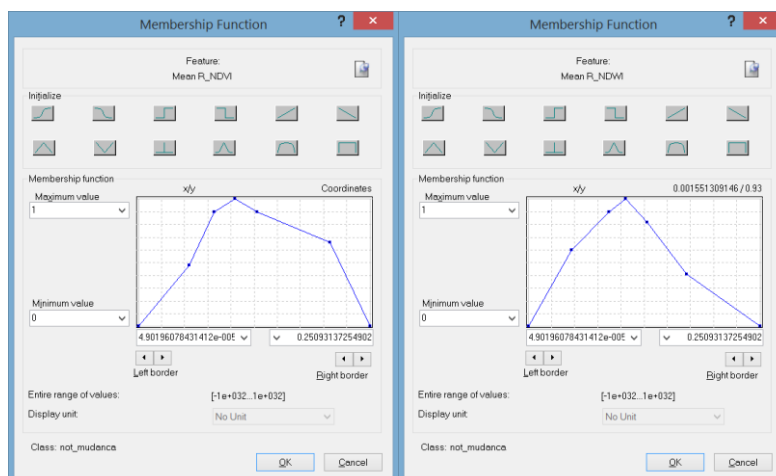
Finalmente foi realizada a detecção de mudanças no software *eCognition developer*, inicialmente objetivou-se separa os corpos hídricos dos demais objetos. Logo a seguir utilizando-se da detecção de mudança para ver as áreas que mudou e não mudou. A figura 2 a seguir representa a árvore hierárquica trabalhada.



**Figura 2- Classe Hierárquica**

Utilizando o método GEOBIA de classificação definiu-se como principais descritores na modelagem do conhecimento alcançando as 4 datas, os seguintes índices físicos: **NDVI** (índice de vegetação por diferença normalizada, o **NDWI** (Índice de diferença normalizada da água) e por fim o **NDBI**, (índice de diferença normalizada por área construída).

A classe *not\_mudança* foi modelada com os descritores media da amplitude dos índices NDVI e NDWI, exibidos na figura 3, e a classe *mudança* recebeu a inversão da similaridade da classe *not\_mudança*.

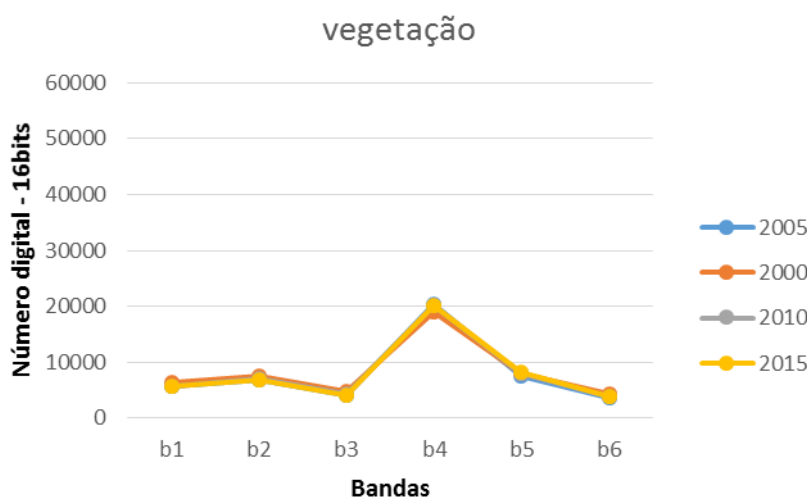


**Figura 3- Descritores da modelagem da classe not\_mudança**

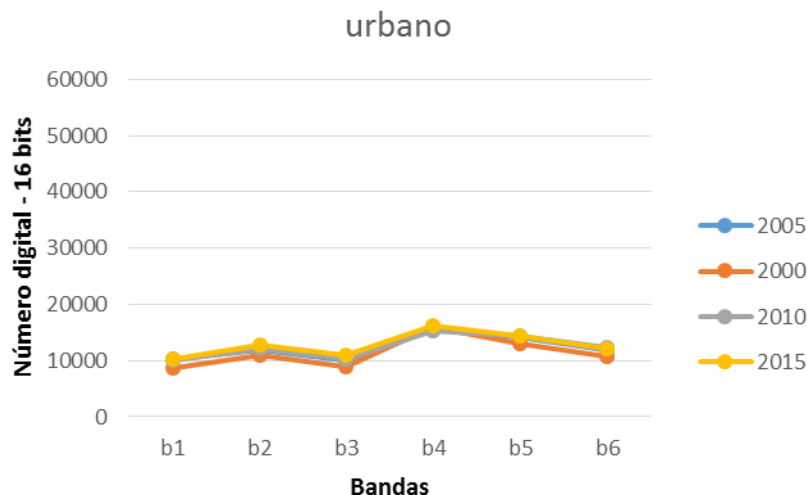
Estes 3 índices visam fornecer parâmetros adequados capazes de facilitar a detecção e diferenciação de alvos distintos, como a vegetação, água, e as edificações e solos expostos por exemplo. Desta forma e a partir destes índices, foi gerado a amplitude entre eles, vale a pena destacar a boa abrangência encontrada pelas bandas do infravermelho próximo (NIR), e da boa resposta da amplitude dos índices NDVI e NDWI. O mesmo foi validado a partir de 150 pontos aleatórios na área mapeada, onde teve –se como verdade as imagens e quando possível utilizou-se o Google Earth como auxílio.

#### 4. Resultados e Discussões

Como resultado da normalização radiométrica as imagens foram ajustadas entre si, tendo a imagem de 2005 corrigida atmosféricamente como referência. As figuras 4 e 5 a seguir corroboram sobretudo a necessidade desse procedimento, pois ao comparar os alvos nas imagens as respostas espectrais ficam coincidentes, propiciando uma melhor percepção nas áreas de mudança.



**Figura 4- Validação da normalização para os alvos de vegetação**

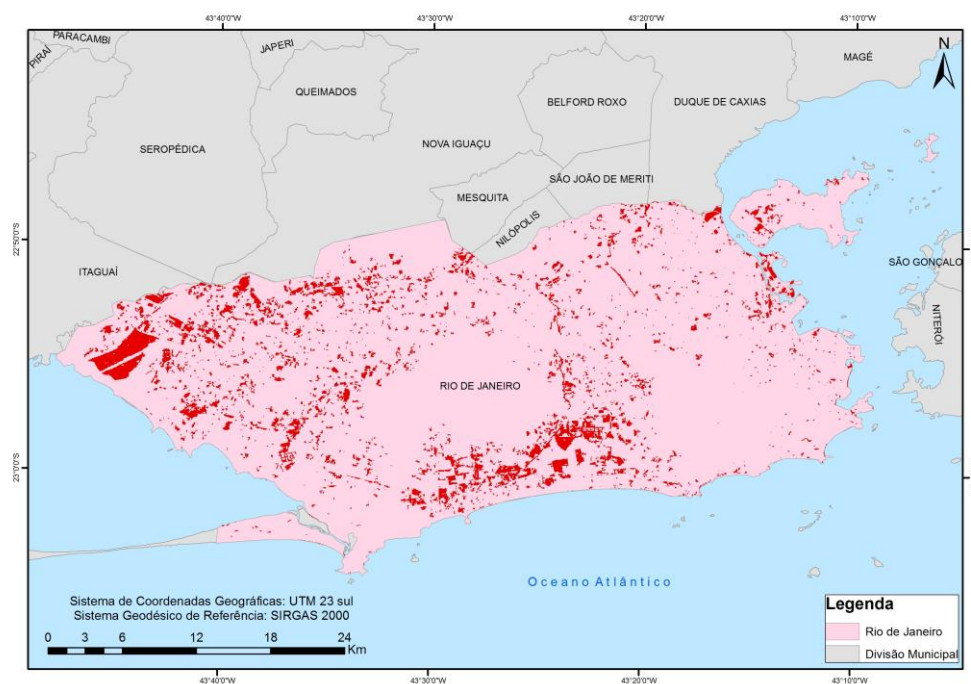


**Figura 5- Validação da normalização para os alvos de urbano**

As bandas consideradas do sensor TM foram as 1,2,3,4,5,7 e do sensor OLI foram consideradas as bandas 2,3,4,5,6,7. Elas foram renomeadas como 1,2,3,4,5,6 respectivamente, devido à semelhança do intervalo espectral.

Na figura 6, é resultado da detecção de mudança, onde inicialmente foi diferenciado mudança e não mudança, e dentro da mudança foram consideradas apenas as áreas construídas. Onde foram consideradas como áreas de mudanças, áreas que sofreram alterações ao longo do tempo em questão, em geral novas áreas construídas, e não mudança para áreas que se mantiveram inalteradas. É possível perceber uma maior alteração direcionada a zona oeste do município, pois a área central e norte é em si bastante consolidada, mas isso não descarta algumas mudanças internas ocorridas nessas áreas.

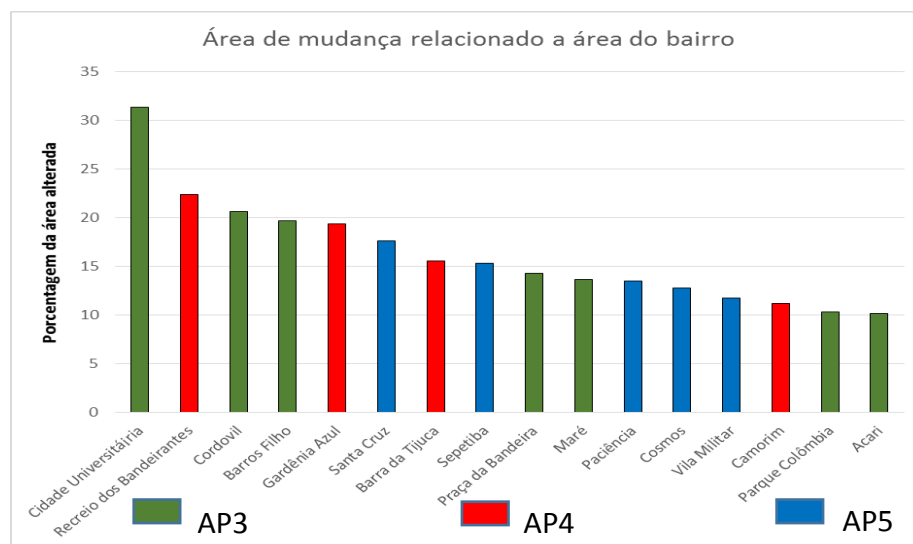
A figura 6 mostra o resultado da classificação.



**Figura 6- Mapa de mudança das áreas construída de 2000 a 2010.**

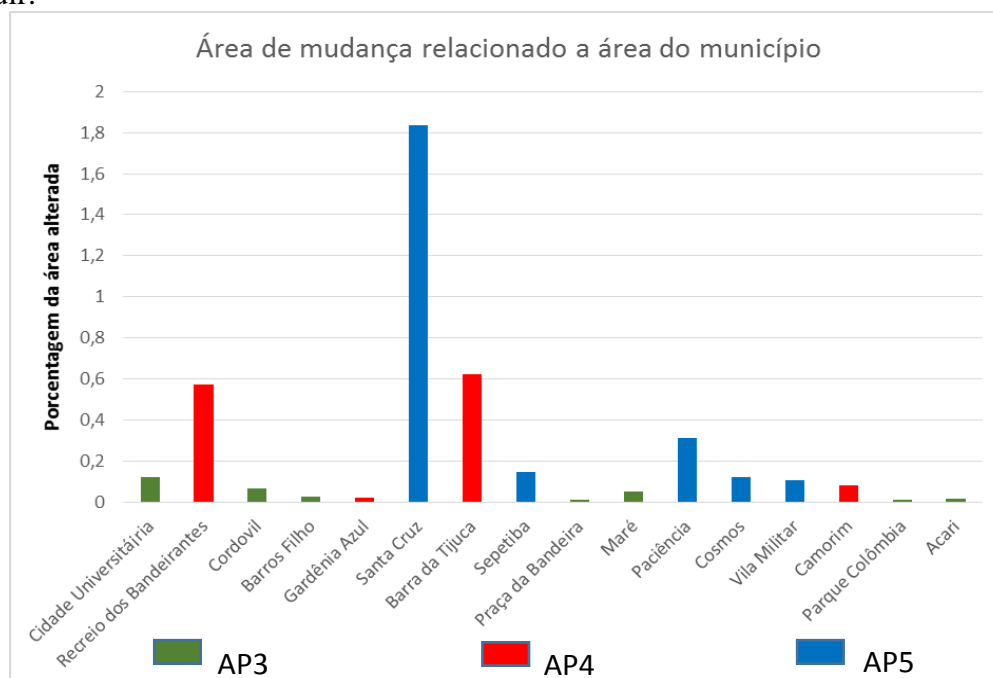
Para avaliar o mapeamento, o resultado da análise dos 150 pontos aleatórios na área foi a exatidão global de 88% de acerto.

Após os resultados é possível identificar os bairros que apresentaram intensa mudança chegando a 10% de alterações (incremento de áreas construídas) no período. A figura 7 destaca os bairros no município do Rio de Janeiro com relevantes mudanças após a análise e as Áreas de Planejamento - AP em que se encontram.



**Figura 7- Área de mudança relativa relacionada a área do bairro**

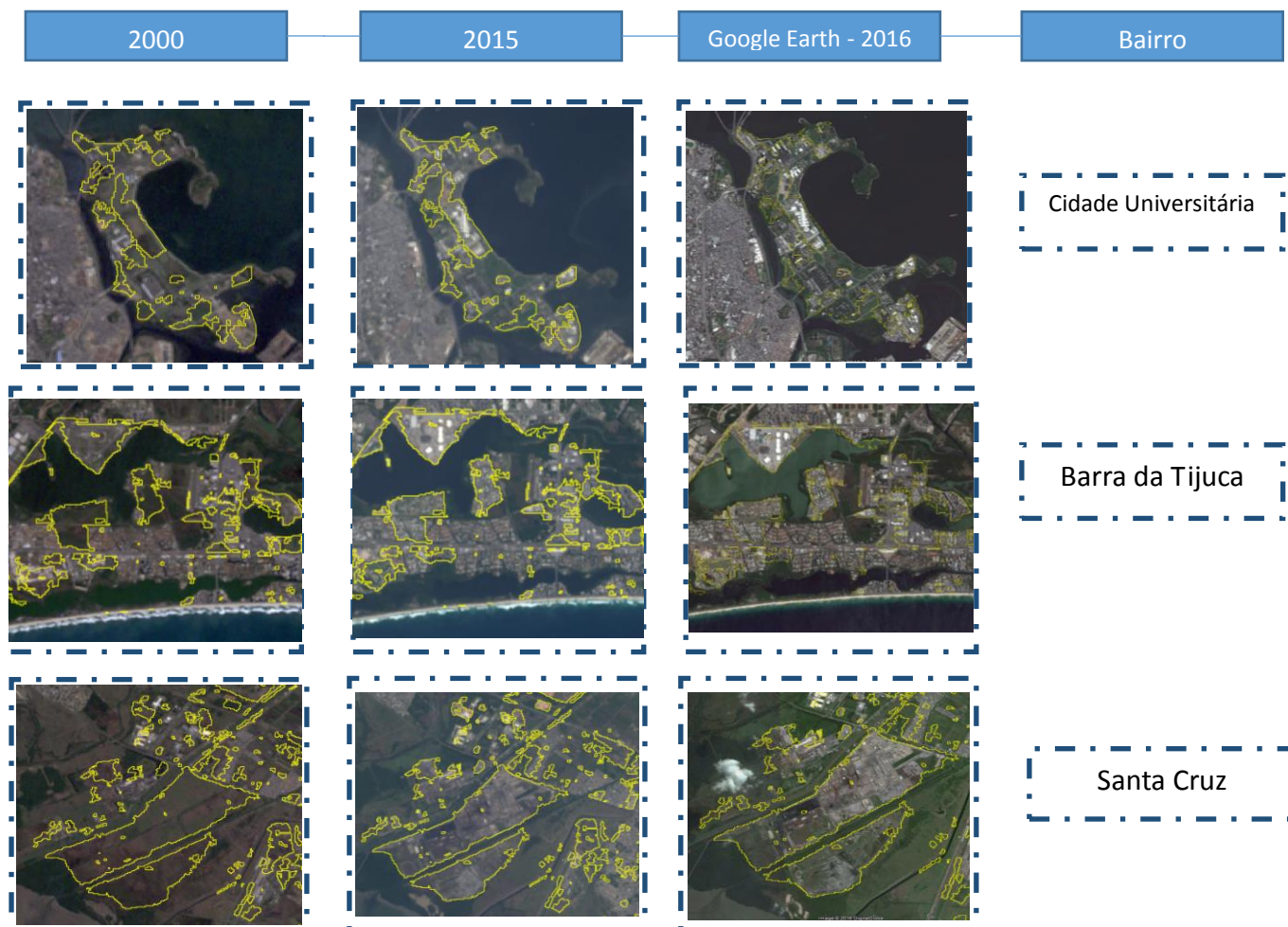
É possível identificar um forte incremento urbano em Santa Cruz e na Barra da Tijuca. Entre todas as AP's a AP 4 contribuiu para as maiores mudanças no período exibido na figura 8 a seguir.



**Figura 8- Área de mudança relativa relacionado a área total do município**



A figura 9 expõe as mudanças da cobertura dos bairros entre as datas em relação com a área do município. As Áreas de Planejamentos (AP) 4 e 5 se destacam nas mudanças, com os bairros de Santa Cruz, Barra da tijuca, Recreio dos Bandeirantes, Paciência e Sepetiba, indicando um maior investimento em construções direcionado a zona oeste onde ainda há áreas passíveis de ocupações. Sendo exemplificada na figura 9.



**Figura 9- Exemplos de áreas de mudança**

Na Cidade Universitária houve a instalação do CENPES e do Parque Tecnológico, inaugurados em 2010 e 2003 respectivamente. O bairro da Barra da Tijuca recebeu instalações importantes como o Parque Olímpico para os Jogos olímpicos de 2016. Além desses investimentos, novas áreas residenciais foram construídas.

Em Santa Cruz, houve a instalação em junho de 2010 da Thyssenkrupp CSA – Companhia Siderúrgica do Atlântico, localizada no Distrito Industrial de Santa Cruz (Rio de Janeiro - RJ).

## 5. Conclusões

O processo de normalização é fundamental para a análise da dinâmica espacial, pois permite comparar imagens com diferenças radiométrica. Quando se usa a técnica de detecção de mudanças a sua adoção é importante para permitir a integração de dados.

Cabe destacar ainda o uso de índices como descritores de áreas urbanas devido a complexidade desses ambientes, exigindo muito conhecimento do especialista na análise dos alvos na superfície.

Espera-se validar a técnica na análise de novas áreas replicando o modelo metodológico proposto em outros ambientes urbanos.

Nos passos futuros pretende-se datar as mudanças segundo os anos de suas alterações.

### **Referências Bibliográficas**

Pinho, C.D. **Análise orientada a objetos de imagens de satélites de alta resolução espacial aplicada a classificação de cobertura do solo no espaço intra-urbano: o caso de São José dos Campos – SP.** 2005.

Ponzoni, F. J.; Shimabukuro, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação.** p.144. São José dos Campos - SP: Editora Parêntese, 2009.

Singh, A. **Review Article Digital change detection techniques using remotely-sensed data.** International Journal of Remote Sensing. 1989.

Yang, Xiaojun; Lo, C.P. **Relative Radiometric Normalization Performance for Change Detection from Multi-Date Satellite Images.** Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. v. 66, n.º. 8, p. 967-980. 2000

Yuan, D; Elvidge, C.D; **Comparison of relative radiometric normalization techniques.** Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. v. 51. p. 117-126. 1996.