

# COMPARANDO AS METODOLOGIAS DE CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETO E BASEADA EM PIXEL NO GEE PARA A IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE MANGUE

Isabela dos Santos Pereira Rubatino<sup>1</sup>

Ana Carolina Alves Cavalho de Oliveira<sup>2</sup>

Paula Maria Moura de Almeida<sup>3</sup>

Paulo Rufino Fevrier<sup>4</sup>

Carla Bernadete Madureira Cruz<sup>5</sup>

1. Graduação na Universidade Federal do Rio de Janeiro - Departamento de Ciências Matemáticas e da Terra - Instituto de Geociências, Avenida Athos da Silveira Ramos, 274 - Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Brasil ([isabelarubatino@gmail.com](mailto:isabelarubatino@gmail.com))
2. Mestrado na Universidade Federal do Rio de Janeiro - Departamento de Geografia - Instituto de Geociências, Avenida Athos da Silveira Ramos, 274 - Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Brasil ([anageorj@gmail.com](mailto:anageorj@gmail.com))
3. Pós Doutorado na Universidade Federal do Rio de Janeiro - Departamento de Geografia - Instituto de Geociências, Avenida Athos da Silveira Ramos, 274 - Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Brasil ([almeida.pmm@gmail.com](mailto:almeida.pmm@gmail.com))
4. Analista Ambiental no Instituto Estadual do Ambiente - Diretoria de Biodiversidade, Áreas Protegidas e Ecossistemas - Gerência de Gestão do Território e Informações Geoespaciais([paulofevrier@gmail.com](mailto:paulofevrier@gmail.com))
5. Docente na Universidade Federal do Rio de Janeiro - Departamento de Geografia - Instituto de Geociências, Avenida Athos da Silveira Ramos, 274 - Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Brasil ([carlamad@gmail.com](mailto:carlamad@gmail.com))

## ABSTRACT

Remote Sensing is an important tool that helps in the identification and classification of land coverage. In view of the need for studies aimed at the identification and characterization of spatial relationships in coastal and mangrove environments, the present work proposes a comparative analysis of two image classification methods: Object Oriented Classification and Pixel Based Classification on Google Earth Engine. For the second method, the Random Forest classifier was used. Medium spatial resolution images (10m) from the European Space Agency (ESA) Sentinel-2 satellite were used. Two approaches were chosen for data processing, the first using the paid software Ecognition Developer and the second associated with a free option with processing in the cloud on Google Earth Engine. The results showed that among the methods compared, mangrove identification in object-oriented classification proved to be more efficient, and that Random Forest showed potential for classification, although it needs more tests.

**Keywords:** Remote Sensing; Land Coverage; Object Oriented and Pixel Based Classification; Mangrove;

## INTRODUÇÃO

Um fenômeno que surgiu no final do séc XX e vem avançando desde então é o crescimento e a disseminação de uso que envolve a Ciência da Geoinformação. Essa se caracteriza por ser uma informação passível de espacialização, oriunda do conhecimento acerca da dimensão espacial dos fenômenos. Dentre as geotecnologias que englobam essa área da Ciência tem-se o sensoriamento remoto, que tem se popularizado bastante e atendido a diferentes áreas do conhecimento. Atualmente, encontram-se no mercado diversos softwares e plataformas privados e gratuitos, aplicando metodologias diferentes para análise e classificação de imagens de satélite. Neste projeto destaca-se duas delas: GEOBIA (Geographic Object-Based Image Analysis) e Classificação Baseada em Pixel apoiada ao processamento na nuvem.

A Classificação Baseada em Objetos Geográficos (GEOBIA) vem sendo aplicada a mapeamentos desde os anos 2000, e busca identificar objetos (com a segmentação) a partir da modelagem de suas feições características (espectrais ou de forma, textura, etc), simulando técnicas de interpretação visual pela modelagem do conhecimento (Cruz et al., 2006). Dentre os programas que realizam esse tipo de classificação, o Ecognition Developer é um software de acesso privado mundialmente utilizado e reconhecido por esse método.

Já os métodos de classificação baseada em pixel, os primeiros a surgir em ambientes virtuais, levam em consideração apenas a resposta espectral dos alvos, isoladamente, através de cada pixel, para assim classificá-los. Recentemente, eles veem recebendo atenção por apresentarem vantagens no processamento rápido, indicado para ambientes abertos e, principalmente, quando se busca trabalhar com longas séries temporais. Um ambiente novo que permite usar essa metodologia é o Google Earth Engine (GEE), que é uma “plataforma online de processamento geoespacial baseado em nuvem para monitoramento e análises ambientais em larga escala” (Tamiminia et al, 2020). Nele é possível um acesso gratuito a uma vasta biblioteca de imagens e dados, além do processamento mais rápido.

Os diversos mapeamentos gerados com essas técnicas auxiliam sobremaneira a gestão territorial-ambiental e o enfrentamento aos problemas ambientais. Por exemplo, em virtude da histórica concentração populacional em áreas costeiras – cerca de três vezes maior do que a média global – (Small & Nicholls, 2003), diversas são as pressões nos ecossistemas costeiros, bem como os impactos socioambientais subsequentes às atividades nelas desenvolvidas, em particular nas áreas abrigadas como os mangues. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo contribuir para os trabalhos de

mapeamento desse ecossistema, comparando dois métodos e rotinas de classificação de imagens de satélite de diferentes naturezas.

## METODOLOGIA

A área de estudo (Figura 1) compreendeu um recorte da Baía de Sepetiba num limite costeiro de 5km, com o intuito de identificar algumas das diferentes coberturas presentes na região mais próxima ao oceano, como os manguezais. A Figura 2 mostra o encaminhamento metodológico do presente trabalho.

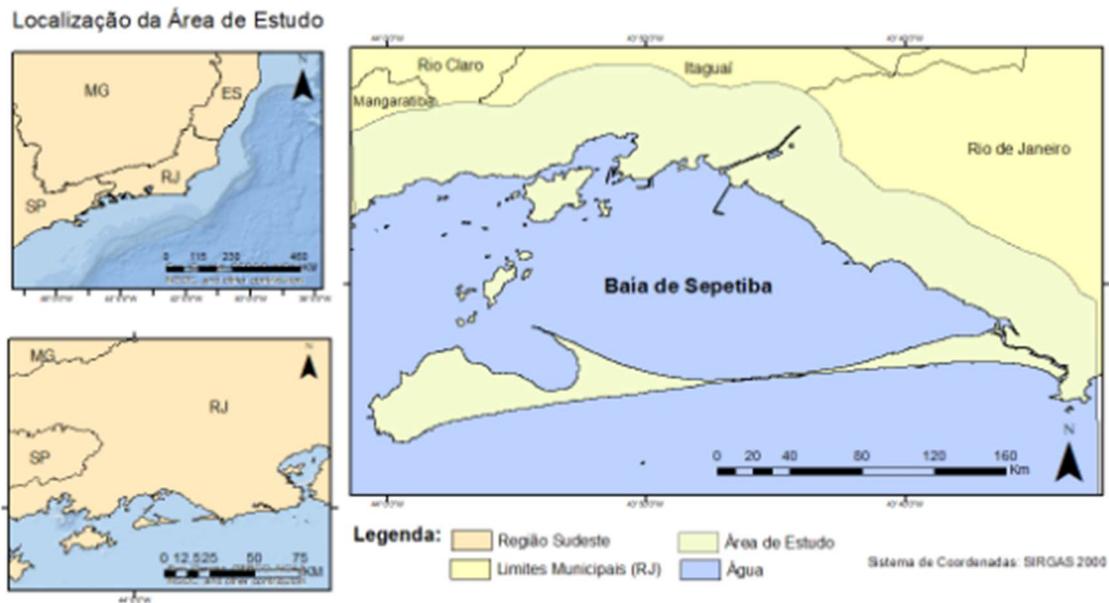


Figura 1. Área de estudo.

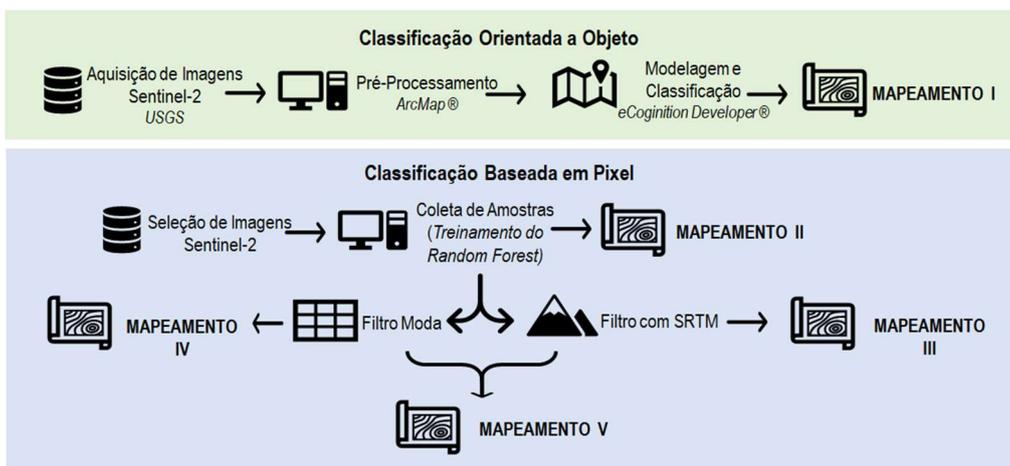


Figura 2. Fluxograma Metodológico.

Para os dois métodos analisados escolheu-se trabalhar com imagens do satélite europeu Sentinel-2 com resolução espacial de 10m adquirida em 18/07/2018.

No método de classificação GEOBIA, primeiro procedeu-se com a aquisição da imagem no site da USGS (United States Geological Survey), seguida da etapa de pré-processamento, onde foi feito um ‘Composite Bands’ no software ArcMap com o objetivo de facilitar a inserção das bandas no software Ecognition Developer. Posteriormente, realizou-se a segmentação com parâmetro de escala de 150. Com os objetos segmentados calculou-se os índices espectrais NDVI (Índice de Diferença Normalizada de Vegetação), NDBI (Diferença Normalizada para Áreas Construídas), NDWI (Diferença Normalizada de Água) (Figura 3).

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{Red}}{\text{NIR} + \text{Red}} \quad \text{NDBI} = \frac{\text{SWIR1} - \text{NIR}}{\text{SWIR1} + \text{NIR}} \quad \text{NDWI} = \frac{\text{verde} - \text{NIR}}{\text{verde} + \text{NIR}}$$

Figura 3. Fórmula dos Índices.

Para a modelagem foram coletadas amostras, cuja comparação das suas respostas espectrais serviu para a definição dos parâmetros classificadores. Com a modelagem finalizada foi realizada uma Classificação Multiespectral no formato de hierarquia de classes, onde as classes definidas foram: água, continente, não vegetação, vegetação, outros, urbano, mangue e outro. Dentre as classes modeladas somente a classe ‘mangue’ sofreu brandas edições manuais voltadas somente para a correção de bordas. A hierarquia de classes e as bandas usadas em suas respectivas modelagens são mostradas na Figura 4. Uma classe de interesse do mapeamento é a classe ‘Apicum’ que não conseguiu ser distinguida à partir das respostas espectrais, sendo editada manualmente (Mapeamento I).

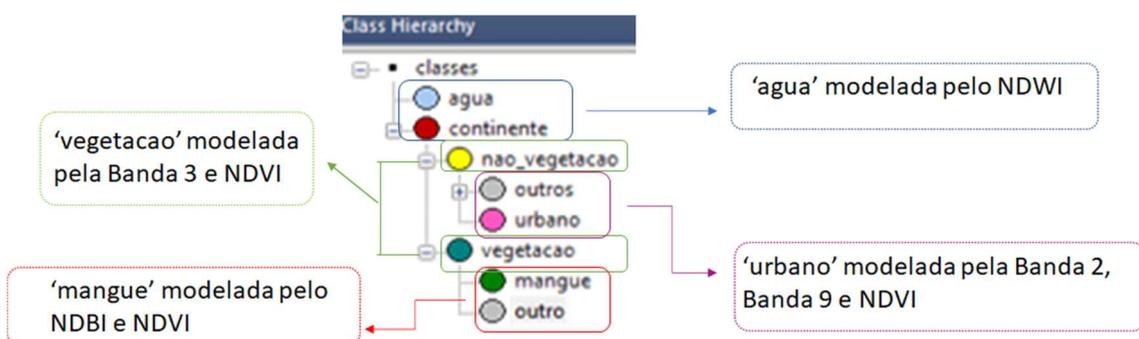


Figura 4. Hierarquia de classes e modelagem espectral.

O segundo método de classificação, realizado no GEE iniciou-se com a aquisição da imagem, que consiste em “chamar” a coleção de imagens do satélite desejado. Para isso foi adicionado um filtro de data e um filtro de nuvens. A seguir, criou-se uma coleção de imagens onde foram criados e adicionados os mesmos índices utilizados na classificação anterior, são eles: NDVI, NDWI, NDBI, Banda 9, Banda 2, e Banda 3. O

classificador escolhido foi o *Random Forest* (Breiman et al., 2001) que cria árvores de decisão de maneira automática de modo que cada árvore depende de valores de um vetor amostrado de forma independente a partir de uma etapa de treinamento. Para treinar o classificador, foram coletadas 100 amostras de cada uma das seguintes classes: água, outros, urbano e mangue. Após o treinamento do classificador, é executada a classificação em si da imagem (Figura 5).

```
var classificacaoRF = ee.Classifier.smileRandomForest(20).train({
  features: treinamento, classProperty: 'class', inputProperties: bandas});
var testeRF = coll.select(bandas).classify(classificacaoRF);
```

Figura 5. Script de treinamento e classificação.

Na tentativa de minimizar ruídos usualmente gerados em mapeamentos baseados em pixels, alguns testes pós-classificação foram aplicados. Para a terceira classificação uma máscara de SRTM foi adicionada, limitando a ocorrência de mangue a altitudes menores ou iguais a 25m (Figura 6).

```
var s3 = SRTM30
var mask5 = s3.lt(25);
var maskedComposite5 = testeRF.updateMask(mask5);
```

Figura 6. Script de máscara SRTM.

Para a quarta classificação também foi realizado um refino da segunda classificação, isto através da aplicação de um filtro de moda com a vizinhança de 8, que possibilita a eliminação de pixels isolados e a suavização de contornos (Figura 7).

```
var mode = testeRF.focal_mode(8, 'square', 'pixels', 1)
Map.addLayer(mode, {}, 'teste_pixel')
```

Figura 7. Script de filtro de moda.

A quinta e última classificação foi a junção dos dois filtros criados, SRTM e Moda. O layout dos Mapeamentos foram feitos no ArcMap (10.8).

## RESULTADOS

Na classificação de cobertura pelo método GEOBIA a classe de maior interesse, o Mangue, foi modelada e mapeada de forma eficaz, ela fica bem definida e consegue se diferenciar frente às demais. A maior confusão para essa classe foi na restinga da Marambaia, onde áreas de restinga foram equivocadamente classificadas como mangue. A partir dessa classificação foi gerado o Mapeamento I (Figura 8).

### Mapa de Cobertura - Raio de 5km - Classificação Orientada a Objeto

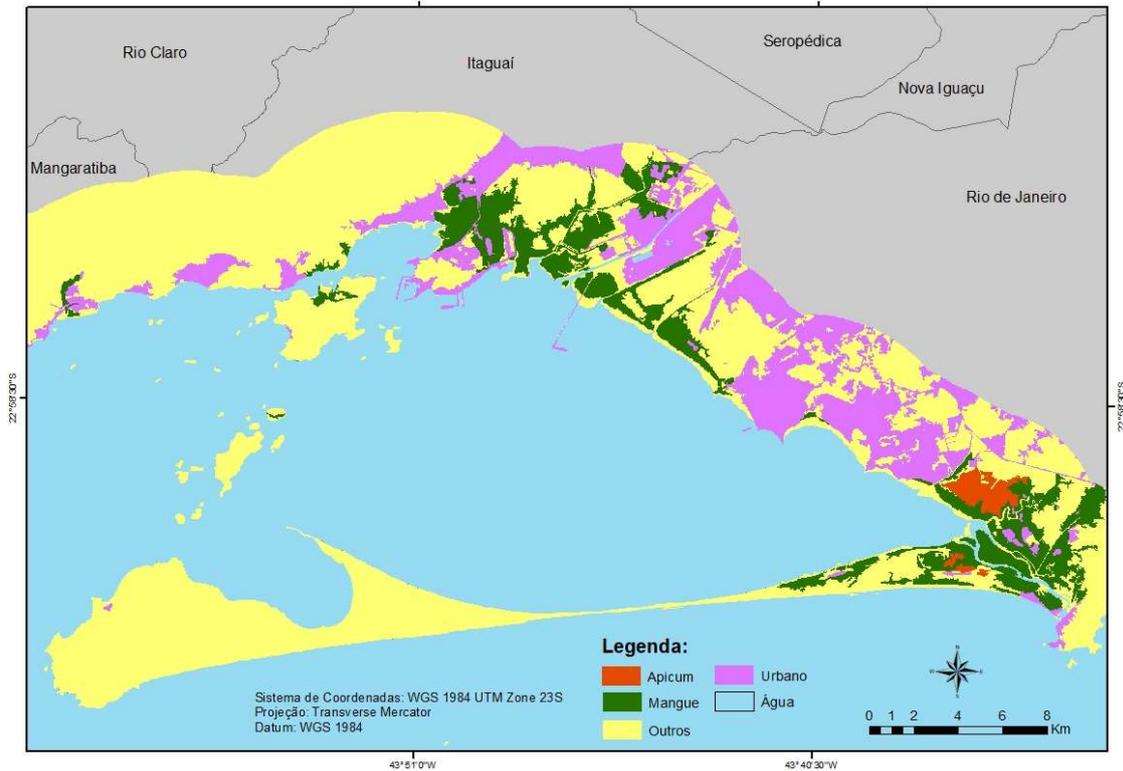


Figura 8. Classificação de cobertura utilizando o método GEOBIA.

No mapeamento II (Figura 9), que consiste na classificação baseada em pixel no GEE utilizando o Random Forest, além das florestas de mangue, pequenas áreas em altitudes maiores e pulverizadas ao longo da área também foram classificadas como mangue. Percebe-se também que na área da restinga da Marambaia, áreas com outro tipo de vegetação também foram mapeadas como manguezal.

### Mapa de Cobertura - Raio de 5km - Classificação Baseada em Pixel

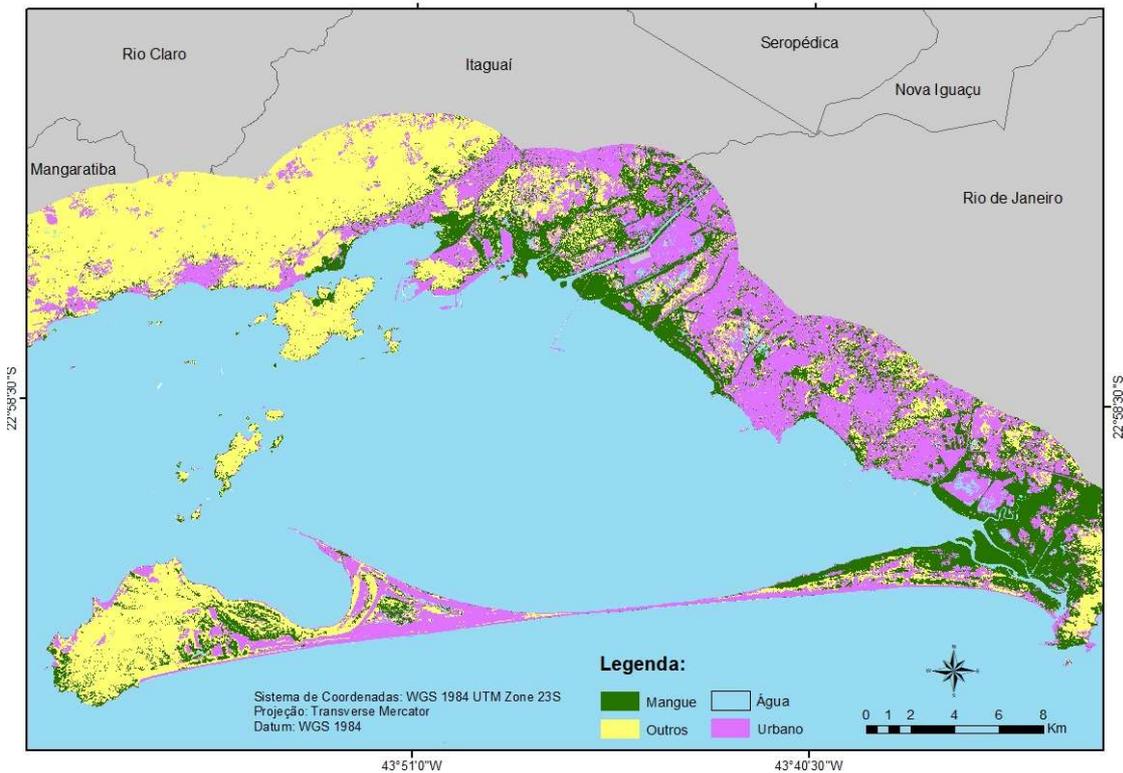


Figura 9. Mapeamento II.

Os mapeamentos III (Figura 10), IV (Figura 11) e V (Figura 12) foram testes realizados objetivando a melhoria dos ruídos presentes do mapeamento II. Neles, os filtros (de SRTM e Moda) foram analisados separadamente e em conjunto.

No mapeamento III, percebe-se que a máscara de SRTM fez com que áreas erroneamente mapeadas como mangue em regiões mais elevadas fossem eliminadas. Já no mapeamento IV, o filtro de moda fez com que alguns pequenos ruídos fossem eliminados ao mesmo tempo que em outras áreas, criou-se objetos maiores equivocadamente classificadas como mangue.

**Mapa de Cobertura - Raio de 5km - Classificação Baseada em Pixel - Filtro de SRTM**

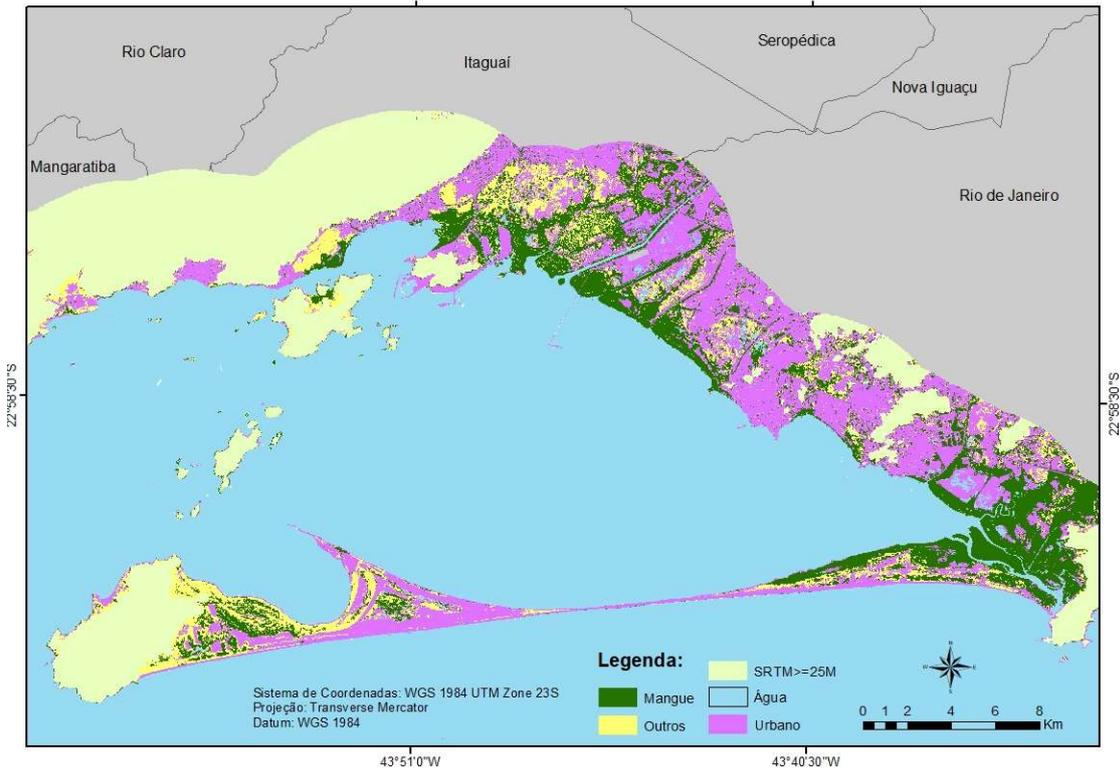


Figura 10. Mapeamento III.

**Mapa de Cobertura - Raio de 5km - Classificação Baseada em Pixel - Filtro de Moda**

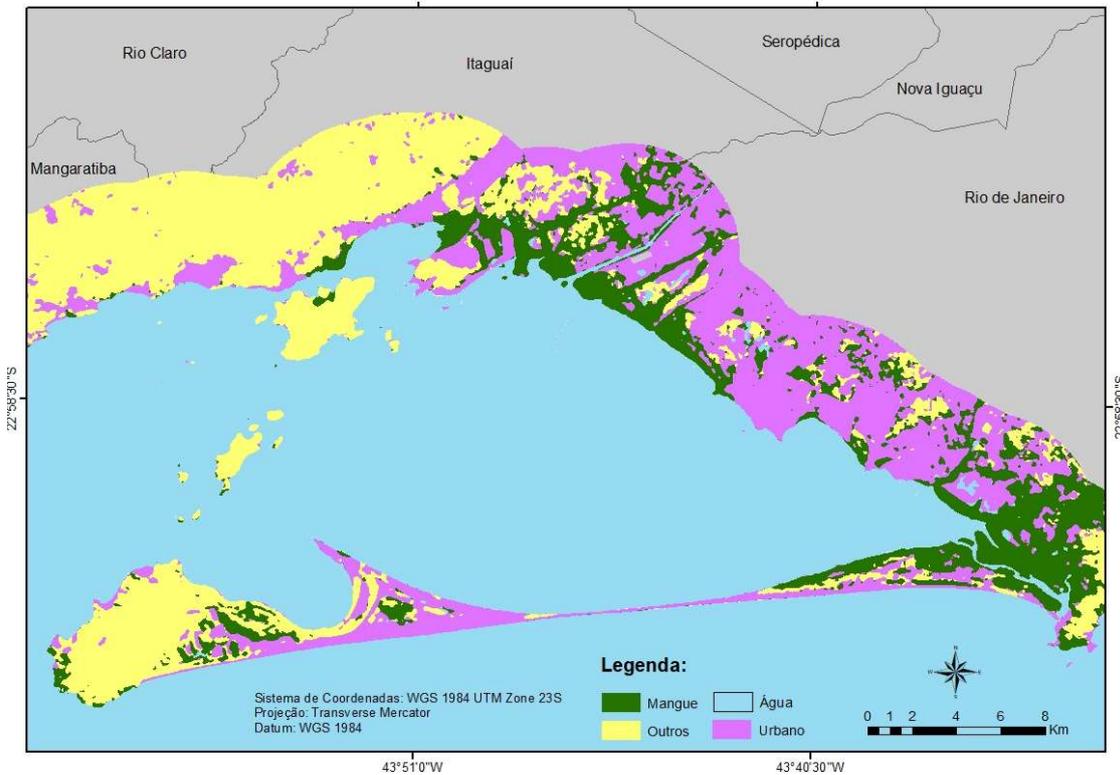


Figura 11. Mapeamento IV.

**Mapa de Cobertura - Raio de 5km - Classificação Baseada em Pixel - Filtro SRTM + Moda**

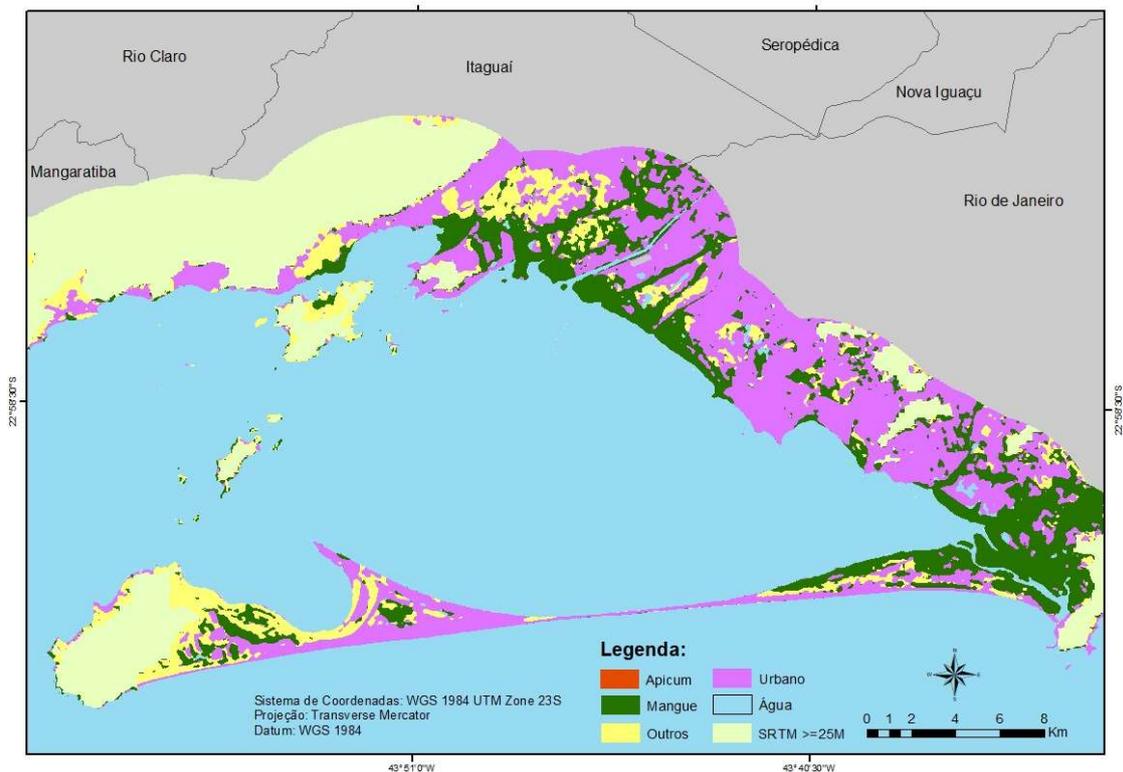


Figura 12. Mapeamento V.

A tabela 1 mostra quantitativamente o resultado dos mapeamentos para a classe mangue. O mapeamento por GEOBIA apresenta a menor área de mangue, em virtude da modelagem apresentar menor confusão com as demais classes. Percebe-se que o método baseado em pixel utilizando o Random Forest mapeou uma área de mangue 65,2% maior que o mapeamento por GEOBIA, mesmo aplicando ambos os filtros. Entretanto, destes, o Mapeamento V, que usou concomitantemente o filtro de moda e SRTM foi o melhor. Com isso, ressalta-se que deve-se analisar melhor a aplicação de filtros na pós-classificação de ambientes via GEE.

**TABELA 1: ÁREA TOTAL DE MANGUE EM CADA METODOLOGIA APLICADA**

Área de Mangue (ha)				
Área(ha) - GEOBIA	Área (ha) - BP	Área (ha) - BP + SRTM	Área (ha) - BP + Moda	Área (ha) - BP + SRTM + Moda
5031,28	9236,96	8055,26	8644,06	8312,46

Fonte: Elaboração Própria.

**CONCLUSÕES**

A classificação que utiliza o método GEOBIA se mostrou mais robusta para o mapeamento dos manguezais da baía de Sepetiba. Em contrapartida, esta exige um certo poder de processamento do hardware além de ser um software privado caro, tornando o acesso mais restrito. A classificação pelo Google Earth Engine, utilizando o método baseado em pixel através classificador Random Forest, se mostra um pouco menos assertiva se implementado de forma única, muito em função dos ruídos na classificação. No entanto, todo o processo metodológico, desde a aquisição da imagem e processamento da mesma em nuvem, não só é mais rápido como não carece de grande potencial do hardware, ganhando na democratização do acesso. Além disso, os filtros posteriores à classificação se mostraram necessários e com potencial para melhorar os mapeamentos gerados, carecendo de maiores investigações.

Levando em consideração as metodologias adotadas e o objetivo do trabalho, conclui-se que apesar das vantagens do GEE frente ao Ecognition Developer a classificação para os manguezais a partir do GEOBIA apresentou menos inconsistências.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTIGLIONE, L. H. G. Epistemologia da geoinformação: uma análise histórico-crítica. Rio de Janeiro, RJ: IBICT/UFF, 2009.

CRUZ, C. B. M.; VICENS, R. S.; RICHTER, M.; SEABRA, V. S.; REIS R. B.; FABER, O. A.; ARNAUT, P. K. E.; ARAÚJO, M. Classificação orientada a objetos no mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica, na escala 1:250.000. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis-SC. 2006.

SMALL, C., & NICHOLLS, R. J. A global analysis of human settlement in coastal zones. Journal of coastal research. 2003.

BERNARDI, H. V. F.; DZEDZEJ, M.; DE CARVALHO, L. M. T.; JÚNIOR, F. W. A. Classificação digital do uso do solo comparando os métodos "pixel a pixel" e orientada ao objeto em imagem QuickBird. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE. 21-26 abril 2007, p. 5595-5602.

BREIMAN, L. Random Forests. Statistics Department University of California Berkeley, CA 94720. January 2001.

PAL, M. Random forest classifier for remote sensing classification. International journal of remote sensing, v. 26, n. 1, 2005, p. 217-222.

TAMIMINIA, H., et al. Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, v. 164, 2020, p. 152-170.