

MONITORAMENTO DO USO E COBERTURA DA VEGETAÇÃO NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL SURUÍ (MAGÉ-RJ), UMA ATUALIZAÇÃO TECNOLÓGICA – APLICAÇÃO DA PLATAFORMA GOOGLE EARTH ENGINE

Marcos P. Oliveira¹, Vivian C. Costa², Paulo R. Fevrier³

¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, marcospeixoto.oliveira@gmail.com; ²Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, vivianuerj@gmail.com; ³Instituto Estadual do Ambiente, Rio de Janeiro, paulofevrier@gmail.com.

RESUMO

O planejamento de políticas públicas a cada dia mais tem utilizado de análises espaciais para ajudar na tomada de decisão. A evolução do processamento de informação espacial tem tomado novos caminhos tecnológicos com o lançamento de plataformas de processamento de dados geográficos em nuvem, como o Google Earth Engine (GEE), plataforma de aplicação que integra um catálogo extenso de imagens de satélite com ferramentas geoespaciais. Discutiremos neste trabalho as vantagens trazidas por uma aplicação geoespacial baseada em nuvem, em detrimento das técnicas utilizadas em um mapeamento de uso e cobertura do solo realizado no software QGIS, para a Área de Proteção Ambiental (APA) Suruí, situada em Magé, Estado do Rio de Janeiro. Levaremos em consideração ainda, a comparação entre os métodos de classificação supervisionada de máxima verossimilhança (Maxver) e de árvore de decisão, através do algoritmo CART. Os resultados do trabalho apontam que a plataforma do GEE mostrou-se satisfatória, pela velocidade de processamento e dinâmica na utilização de ferramentas de análises de imagens de satélite, e demonstra ser uma ferramenta eficaz para o estudo da vegetação e processamento de imagem digital.

Palavras-chave — Planejamento, Classificação, Vegetação, QGIS, Suruí.

ABSTRACT

More and more public policy planning has using spatial analysis to aid in decision-making. Evolution of space information processing has been advancing new technological steps with the launch of platforms for spatial data processing in the cloud, such as Google Earth Engine (GEE), in application platform that integrates an extensive catalog of satellite images with geospatial tools. Therefore, in this paper, we will discuss advantages brought by a geospatial application based on cloud, to the detriment of the techniques used in the mapping of use and land cover

realized in the software QGIS for the area of Environmental Protection (APA) Suruí, municipality of Magé located in the State of Rio de Janeiro. In addition, it is considered the comparison between the methods of supervised classification of maximum likelihood (Maxver) and decision tree, through the CART algorithm. The study's outcome indicate that the GEE platform was satisfactory due to the processing speed and dynamics in the use of satellite image analysis tools, proving to be an effective tool for studying vegetation and digital image processing.

Key words — Planning, Classification, Vegetation, QGIS, Suruí.

1. INTRODUÇÃO

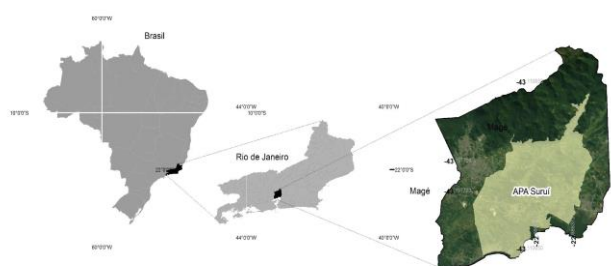


Figura 1. Localização APA Suruí (Coordenadas em Sirgas 2000).

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro, durante a história, se colocou como palco de profundas mudanças estruturais e econômicas que mudaram de forma radical as relações sociais e ambientais, consequentemente. Em especial, a indústria petrolífera, representada pela estatal PETROBRAS, é responsável por mudanças profundas nas relações econômicas em municípios da Baixada Fluminense, na Capital e também em todo entorno da Baía de Guanabara a partir do século XX. A história recente trás o conhecimento do resultado que um investimento na estruturação do setor pode acarretar a uma região, a cidade de Duque de Caxias, após a inauguração da Refinaria de

Duque de Caxias (REDUC), em 1961, que evidenciou um incremento populacional de 163% nas décadas de 1950 a 1960 [1], e mais a frente modificou as relações socioeconômicas do Município, quando o mesmo deixa de ser uma cidade dormitório, e passa a ser a cidade do refino do petróleo, aglomerando dezenas de empresas dependentes do processo de refino de combustível fóssil (complexo químico) bem como empresas de logística e transporte [2]. A expansão e aglomeração urbana, resultado da expansão do complexo petroquímico ocasionaram grande pressão antrópica sobre áreas vegetadas bem como contribuíram com a degradação da Baía de Guanabara. O Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ), mais recente plano de expansão do complexo petrolífero no Estado, representa cerca de 10 vezes em tamanho e capacidade de refino o complexo de Duque de Caxias. Localizado no município de Itaboraí, também na Região Metropolitana, o complexo está sendo construído de forma gradual, devido a atual crise econômica, social e institucional, porém, ainda assim, são previstas mudanças significativas para a atual configuração econômica, populacional, habitacional, ambiental, urbanística, de mobilidade, segurança, ordenamento territorial, educação e saúde em toda a região [3]. Diante desse prognóstico, a sociedade civil organizada, empresas envolvidas e governos municipais, incentivaram discussões e ações mitigadoras, como a elaboração da AGENDA 21 COMPERJ e a criação de Áreas de Proteção Ambiental (APA) no entorno e nas áreas de influência do empreendimento. Neste trabalho, o recorte de estudo é o da Área de Proteção Ambiental Suruí, instituída pelo Decreto Municipal nº 2.300 em 22 de maio de 2007, no município de Magé, Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1).

Diante da necessidade de conhecer e analisar as potencialidades e usos indevidos na APA Suruí, este trabalho tem como objetivo principal construir e estabelecer uma metodologia de monitoramento de uso e cobertura da vegetação, através de técnicas de sensoriamento remoto, preferencialmente utilizando-se de softwares e plataformas livres e gratuitas bem como, sobretudo, com utilização de imagens de satélite gratuitas. Demonstraremos uma comparação de vantagens e desvantagens das técnicas utilizadas no mapeamento de uso e cobertura do solo de 2016 no software QGIS, publicado na ocasião da 27ª edição do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto [4] com a aplicação do modelo na plataforma Google Earth Engine (GEE), discutindo as possibilidades e vantagens apresentadas pela aplicação em nuvem.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

No mapeamento de uso e cobertura do solo de 2016 (Figura 2), utilizou-se o software QGIS e a sua extensão Semi-automatic Classification Plugin (SCP) que realiza classificação supervisionada (método de classificação onde

coleta-se amostras das classes para o treinamento do algoritmo classificador) de imagens de satélite. As imagens utilizadas foram do satélite Landsat 8. A classificação foi realizada com uma composição RGB das bandas 5, 4 e 3 além da fusão com a banda pancromática, onde chegamos a uma resolução espacial de 15 metros. O método de classificação utilizado foi o de Máxima Verossimilhança (MAXVER); algoritmo de classificação, que considera a ponderação das distâncias entre médias dos valores espectrais das classes, utilizando parâmetros estatísticos [5]. Dessa forma, o Maxver depende de uma precisão razoável da estimativa do vetor médio e da matriz de covariância de toda classe espectral, essa precisão depende da quantidade de pixels incluídos nas amostras de treinamento. Quando maior o número de amostra, maior será a precisão da matriz de covariância e conseqüentemente melhor será o resultado [6]. Para Crósta, o método de classificação Maxver deve ser aplicado quando o analista conhece a região da imagem a ser classificada, assim como a distribuição das classes a serem consideradas, para uma classificação mais apurada da imagem [7]. Foram consideradas 5 (cinco) classes para este mapeamento.

O mapeamento com aplicação na plataforma GEE, também considerou a classificação de imagens Landsat 8, para o ano de 2018. A plataforma do GEE se coloca como uma tendência tecnológica atual de transferência do processamento em desktop para o ambiente de nuvem, onde não é necessário realizar o download de imagens, pois é possível realizar a análise de toda a série temporal dos satélites disponibilizada pelos programas espaciais, sem muito esforço no processamento. Devido a facilidade de experimentação de ferramentas de sensoriamento remoto que a plataforma apresenta, através da linguagem Java Script e Python, foi possível realizar um pré-processamento mais apurado das bandas disponibilizadas por cena.

Foram considerados os índices de vegetação como o NDVI; Índice de vegetação normalizada, EVI; Índice de vegetação realçada, SAVI; Índice de vegetação ajustado ao solo, também foram definidas as componentes principais das imagens, para elaboração do Tasseled CAP aplicação de PDI (Processamento digital de imagens) que seleciona as informações das respostas espectrais das imagens reduzindo a 3 bandas principais, uma banda com índice de brilho, outra com índice de verde e a última um índice de vegetação fotossinteticamente não ativa (também considerado índice de molhamento ou umidade).

Para o treinamento da classificação supervisionada no GEE no ano de 2018, foram consideradas 7 (sete) classes de mapeamento. O método de classificação utilizado foi por árvore de decisão, que consiste de nodos que representam os atributos; de arcos, provenientes destes nodos e que recebem os valores possíveis para estes atributos; e de nodos folha, que representam as diferentes classes de um conjunto de treinamento [8]. A abordagem para construção de um modelo de classificação por árvore de decisão consiste no fornecimento de um conjunto amostras de treinamento cujos

rótulos são conhecidos. A partir deste conjunto de treinamento é construído um modelo de classificação, que é posteriormente aplicado ao conjunto-teste, o qual consiste de registro com rótulos de classes conhecidas [9]. O algoritmo de classificação por árvore de decisão utilizado foi o CART, método não paramétrico que possui grande capacidade de pesquisa de relações entre os dados, através da classificação, ou de variáveis contínuas, pela regressão.

Por fim, a classificação realizada no QGIS foi replicada na plataforma do GEE, utilizando-se das mesmas amostras espectrais da classificação de 2016 e também com imagem do mesmo ano, essa replicação tinha como objetivo demonstrar como a classificação se revelaria a partir da plataforma do GEE utilizando as mesmas amostras e composição de imagem, porém com o mesmo método da classificação de 2018, por árvore de decisão, com o algoritmo CART. As imagens utilizadas foram às convertidas para reflectância de superfície e com correção atmosférica.

3. RESULTADOS

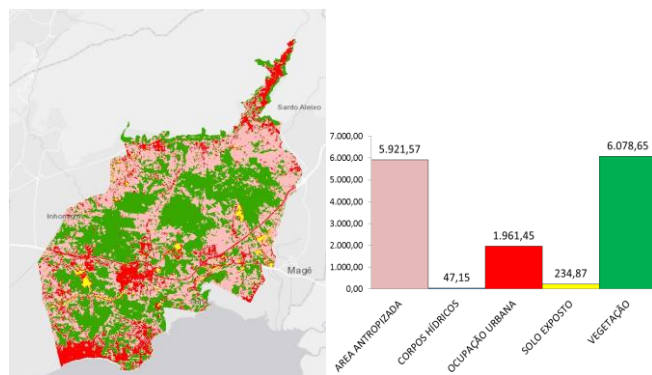


Figura 2. Uso e Cobertura do Solo 2016 – QGIS (Área em hectares).

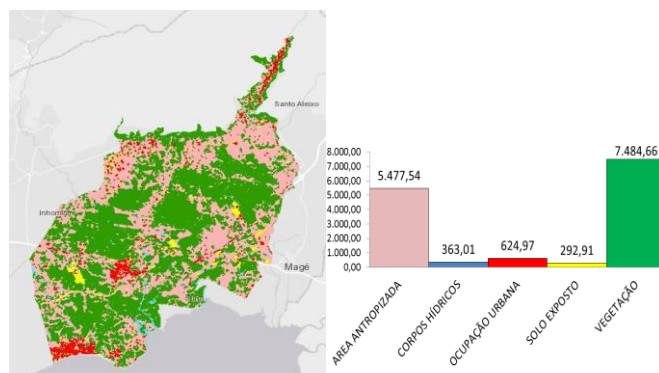


Figura 3. Uso e Cobertura da Vegetação 2016 – Reprodução Mapeamento 2016 no Google Earth Engine (Área em hectares).

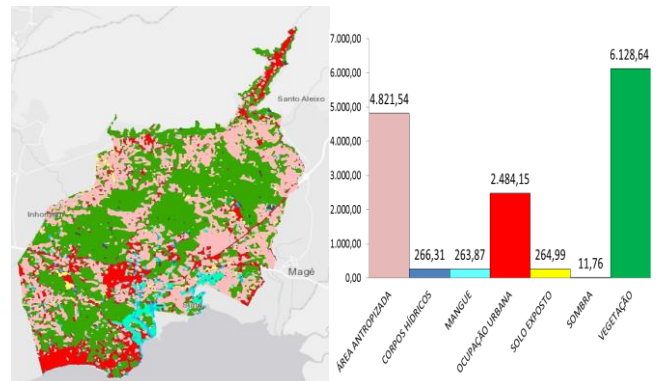


Figura 4. Uso e Cobertura da Vegetação 2018 – Plataforma Google Earth Engine (Área em hectares).

Os resultados estatísticos dos mapeamentos foram quantificados através do índice Kappa, uma análise multivariada para determinar a concordância do mapeamento com a verdade de campo. Consideramos a classificação proposta por Landis e Koch, *apud* Moreira 2001 [10], para determinar o nível de satisfação dos mapeamentos em questão. O mapeamento de 2016 através do QGIS, com a classificação por Maxver, teve uma qualidade de classificação no índice Kappa de 0,66 que é considerada muito boa na escala (Figura 2). No entanto, a replicação desse mesmo mapeamento para o ano de 2016 no GEE, com método de classificação por árvore de decisão, apresentou um valor de 0,91 no índice, considerado uma qualidade excelente, demonstrando ser uma classificação superior ao método de classificação Maxver por software desktop (Figura 3). O mapeamento de 2018 (Figura 4), por método de árvore de decisão e algoritmo CART, onde foram consideradas mais classes, transformações espectrais e também índice de vegetação chegou a um resultado de 0,81 no índice Kappa, também considerada excelente de acordo com a proposta de Landis e Koch (op. cit.). De forma geral, o método de classificação por árvore de decisão se mostrou mais eficaz de acordo com os resultados do índice kappa e o resultados de exatidão global.

4. DISCUSSÃO

Como observado, a atualização da metodologia de classificação da APA Suruí com a aplicação do GEE, possibilitou a exploração de mais classes de usos, devido à utilização de mais descritores de classes como as transformações espectrais (Tasseled Cap) e o apoio de índices de vegetação, que puderam ser testados de variadas formas devido ao ambiente dinâmico e com alta capacidade de mineração da plataforma.

Não poderíamos mais deixar de considerar a classificação de um tipo florestal importante para a manutenção da vida na Baía de Guanabara, os mangues, que ocorrem na APA Suruí no estuário do Rio Suruí, e ainda podem ser observados em grande quantidade no território da unidade de conservação,

podendo chegar a até 400 metros continente adentro. No mapeamento de 2018, foram identificados cerca de 260 hectares de mangue no território da APA Suruí. No primeiro mapeamento (2016), não foi possível obter uma resposta espectral clara do mangue, que confundia com as repostas da vegetação ombrófila densa que é encontrada em grande parte do território da área de proteção ambiental. Através da classificação no QGIS (2016), foram encontrados 6.078 hectares de vegetação na APA Suruí, mapeamento que generalizou a classe de mangue com a classe de vegetação, a classificação do ano de 2016, replicada na plataforma do GEE com as amostras do mapeamento realizado no QGIS, mapeou 7.484 hectares de vegetação, ainda mantendo a generalização realizada. O mapeamento de 2018, aplicado na plataforma do GEE, a partir de novas amostras espectrais e classes, mapearam 7.484 hectares de vegetação ombrófila densa na APA, em contra partida também foram mapeados 263 hectares de manguezal no território da APA Suruí, concentrados principalmente no estuário do Rio Suruí, rio fronteira com a APA Guapimirim, nacionalmente conhecida pela manutenção e preservação de mais de 2 mil hectares de mangue abrangendo os municípios de Magé, Guapimirim, Itaboraí e São Gonçalo[11].

5. CONCLUSÕES

A capacidade de processamento da plataforma GEE, atrelado a capacidade de consulta em tempo real de grande quantidade de dados, além da facilidade de teste e modificação de parâmetros e ferramentas, permitem diversas facilidades para o tratamento de imagens de satélite. Uma das grandes vantagens do processamento na plataforma GEE é consultar todo um catálogo de imagens sem a necessidade de download das mesmas, inclusive nos procedimentos intermediários dos processos, essa possibilidade reduz o tempo de trabalho e ainda não congestionam o hardware do usuário o utiliza, mesmo que não seja uma CPU de alta performance, pois não existe o armazenamento e a criação de dezenas de arquivos raster necessários ao processamento, como ocorre em software desktop. Dessa forma, para continuação e evolução do trabalho em questão, usaremos a plataforma do GEE para construção de um aplicativo com metodologia voltada para o monitoramento do uso e cobertura da vegetação da APA Suruí, consolidando uma consulta à série temporal do catálogo do projeto Landsat, onde o usuário poderá consultar através de uma linha do tempo as modificações das formas de uso da APA Suruí e por fim, programar uma ferramenta de detecção de mudanças futuras (prognósticos e cenários) em áreas protegidas.

6. REFERÊNCIAS

[1] Prevot, R.; Martins, C.M.F.L.; Barros, D.F.; Costa, A. S. M., “A trajetória histórica de Duque de Caxias e a constituição do Espaço Social a partir do advento da REDUC: paradoxos e

contradições”. VIII Encontro de Estudos Organizacionais da ANPAD, Gramado-RS, (pp. 12), 2014.

[2] Costa, P.A. “Duque de Caxias (RJ) – De cidade dormitório à cidade do refino do petróleo: um estudo econômico-político, do início dos anos 1950 ao início dos anos 1970”. Tese (Pós Graduação) Instituto de Ciências Humanas e Filosofia, Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ, (pp. 96-105), 2009.

[3] PETROBRAS, “Monitoramento de indicadores socio econômicos nos municípios do entorno do complexo petroquímico do Estado do Rio de Janeiro – COMPERJ / Boletim de acompanhamento no município de Magé 2000-2010” . Universidade Federal Fluminense, 2013.

[4] Oliveira, M.AP., Costa, V.C. “Análise do uso do solo na área de proteção ambiental Suruí, Magé – RJ, com base em classificação supervisionada de imagem landsat 8”. XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, 2017.

[5] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Manuais Tutorial de Geoprocessamento 2002 . Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>>. Acesso em: 14 out 2018.

[6] PREVIDELLI, I.T.S. Estimadores de máxima verossimilhança corrigidos para modelos superdispersados não-lineares. São Carlos: UFSC. (Tese de Doutorado em Economia) 2004.

[7] CRÓSTA, A. P, Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto, Campinas, SP, UNICAMP, ed. rev., 1993.

[8] INGARGIOLA, Giorgio. Building Classification Models: ID3 and C4.5. Disponível em: <<https://cis.temple.edu/~giorgio/cis587/readings/id3-c45.html>>. 1996. Acesso em: 13 de out 2018.

[9] TAN, P. N.; STEINBACH, M.; KUMAR, V. Introdução ao DATA MINING - mineração de dados . Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 900 p., 2009.

[10] MOREIRA, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. 3. ed., atual, ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2005.

[11] ICMBIO – Gestão Integrada APA Guapimirim e Esec Guanabara. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/apaguapimirim/quem-somos.html>> Acesso em: 13 de out 2018.