

DISTRIBUIÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA DA LAGOA DE SAQUAREMA

Mikaella Pereira dos Santos¹

Jéssica Gonçalves Oliveira da Silva²

Evelyn de Castro Porto Costa³

Vinicius da Silva Seabra⁴

¹ Graduanda em Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores (UERJ/FFP), pmikaella2@gmail.com;

² Graduanda em Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores (UERJ/FFP), jessica.oliveira.jsc.g@gmail.com;

³ Mestre em Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores (UERJ/FFP), evelynportocosta@yahoo.com.br;

⁴ Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores (UERJ/FFP), vinigeobr@yahoo.com.br.

ABSTRACT

The Lagoa de Saquarema basin, located on the east coast of the state of Rio de Janeiro, has environmental and urban dynamics that can be analyzed based on land use and land mapping, supporting decision makers with data inherent to urban planning and environmental impact of the region. To carry out this work, Sentinel 2 satellite images were used, adopting the object-based image classification (GEOBIA) methodology for the preparation of land use and coverage. From the mapping it was possible to carry out analyzes regarding the spatial and dynamic distribution of the region, comprising the quantitative and qualitative distribution of the classes. The mapping results indicate a higher concentration of forest remnants in the basin's dividers, and greater concentration of urban occupations in the coastal strip.

Keywords: Sentinels 2; GEOBIA; Land Use and Coverage; Remote sensing; Geoprocessing.

INTRODUÇÃO

Entender como o espaço geográfico tem sido estruturado e gerenciado se torna cada vez mais relevante. Dessa forma, analisar o uso e a cobertura da terra pode ser considerada uma ação indispensável se tratando de estudos ambientais, permitindo a compreensão da relação das atividades antrópicas com o meio e a percepção da distribuição dessas atividades no espaço geográfico.

Neste presente trabalho, optou-se pelo uso de imagens do satélite Sentinel 2, sensor MSI, para a realização do mapeamento de uso e cobertura da terra da bacia da lagoa de Saquarema. Por se tratar de um sensor relativamente recente, existem ainda poucos trabalhos que exploram as suas potencialidades, sendo de suma importância investigar a distribuição do uso e cobertura da terra a partir dessas imagens, devido eficiência em mapeamento de média-alta resolução e seu caráter gratuito.

A área de estudos corresponde à Bacia da Lagoa de Saquarema (figura 1), alocada no Litoral Leste do Estado do Rio de Janeiro (LLERJ). Essa região possui uma diversidade ecossistêmica alta, sendo estas transformadas em atrativos turísticos,

aumentando a demanda populacional de hotéis e casas para a temporada de verão. Segundo Santos *et al* (2016), o fato anterior se torna digno de preocupação, já que o solo urbano mais valorizado se localiza na zona mais costeira do município de Saquarema. Conseqüentemente, se torna importante compreender e avaliar se a crescente atividade turística e imobiliária na região tem causado problemas no gerenciamento e na preservação ambiental dessa bacia.

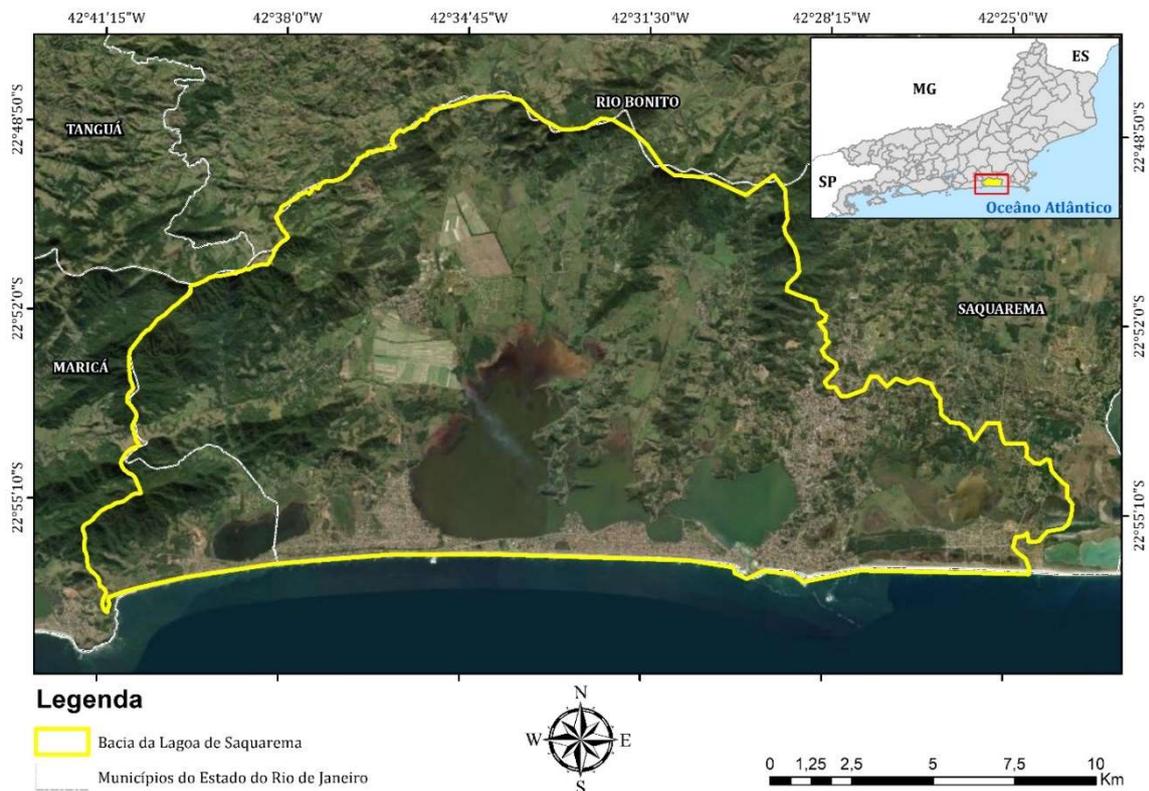


Figura 1: Mapa de Localização da Bacia da Lagoa de Saquarema – RJ.

Nesta bacia temos uma importante formação geológica conhecida como *Beachrocks*, localizada mais especificamente na praia de Jaconé, que é uma localidade limítrofe entre os municípios de Maricá e Saquarema. Segundo Mansur *et al* (2011), os *Beachrocks* são depósitos sedimentares de praia cimentados pela precipitação em geral de carbonato de cálcio e cuja litificação ocorre na zona de intermarés. Esses depósitos também são conhecidos como arenitos de praia ou arrecifes, em outras regiões do Brasil. (MENSUR *et al*, 2011).

A área de estudos também comporta parte de relevantes unidades de conservação da Região dos Lagos. Essas unidades são de responsabilidade Estadual e Municipal, tais como o Parque Estadual Costa do Sol, representado pela Área de Preservação Ambiental de Massambaba, áreas de proteção integral e de uso

sustentável, que preservam os ecossistemas como os remanescentes de vegetação de restinga, corpos hídricos e florestas, sendo estes os fatores que também validam o interesse pela área de estudos e revelam a importância em realizar análises dos resultados obtidos com o mapeamento de Uso e Cobertura da Terra.

METODOLOGIA

Como metodologia do mapeamento foi adotado o processo de classificação de imagens baseada em objetos (GEOBIA). A classificação baseada em objetos faz uso de polígonos gerados na segmentação para definição dos objetos de imagem a partir de um conjunto de dados, no caso, as bandas, também sendo possível agregar variáveis de outras naturezas. As características espectrais de forma e relações de vizinhança são as informações utilizadas na descrição destes objetos. A partir destes descritores os objetos podem ser agrupados em categorias com significado ou em classes temáticas (DEFINIENS, 2010).

Cabe destacar que, segundo Cruz *et al* (2007), a classificação de imagem baseada em objetos (GEOBIA) simula, a partir da modelagem do conhecimento, as técnicas de interpretação visual, possibilitando a identificação de feições, baseando-se ainda na descrição de padrões identificadores, tais como: textura; cor; métrica; e contexto. Sendo de total importância o conhecimento temático (uso da terra, cobertura vegetal, solos, litologia) e de sensoriamento remoto do interprete.

O processo de classificação teve início após a aquisição de imagens do satélite Sentinel 2, sensor MSI, datadas de 03 de julho de 2018, da região da bacia da Lagoa de Saquarema, através da plataforma do *SentinelHub*, que já disponibiliza as imagens georreferenciadas. Para ser possível avaliar o comportamento espectral das classes de uma forma mais completa, foi realizada a correção atmosférica das bandas da cena 23KQQ, do sensor MSI *Sentinel 2*. A correção foi realizada a partir do software Qgis, através da metodologia empírica de subtração do valor do pixel mais escuro, sendo essa a metodologia mais simples proposta na literatura (ANTUNES *et al.*, 2012).

Em sequência, as imagens foram inseridas no projeto criado no *software eCognition*, onde foram introduzidas 13 bandas e os índices radiométricos gerados a partir das mesmas. No mesmo projeto, as imagens passaram por um processo de segmentação pelo modo multirresolução (*multiresolution*), com pesos iguais para todas as bandas utilizadas, admitindo parâmetro de escala 80, forma 0,1 e compacidade 0,5, que atenderam de forma satisfatória as necessidades iniciais para o mapeamento.

Posteriormente, foram determinadas as classes da legenda do mapeamento. Optou-se pela criação de dois níveis hierárquicos, sendo denominados como de “Água” e “Outros”. No segundo nível hierárquico, a classe “Outros” foi decomposta em: Área

Úmida; Areia; Agropasto; Floresta; Solo Exposto; Restinga; Urbano Rarefeito; e Urbano Moderado. A partir disto, foi realizada coleta de amostras, sendo cerca de 10 a 15 amostras por classe. Posteriormente, as classes foram modeladas através de parâmetros de acordo com a resposta espectrais das bandas e do uso de índices radiométricos (Figura 2).

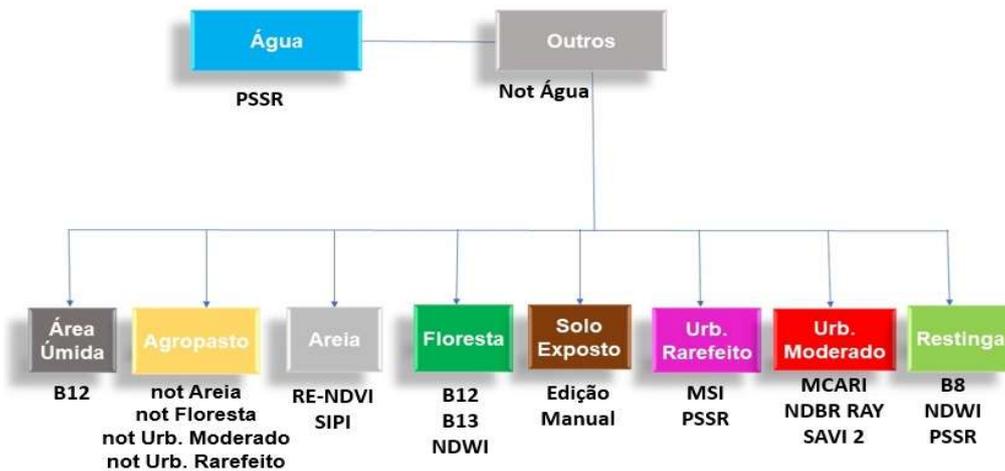


Figura 2: Fluxograma metodológico da modelagem do conhecimento.

Os índices radiométricos são medidas capazes de identificar em imagens digitais a abundância relativa e a atividade de determinados tipos de informações, tais como áreas edificadas, cobertura vegetal, áreas inundadas, área foliar, entre outros. (França *et al*, 2012). As imagens *Sentinel 2* se diferenciam das demais pela sua resolução espectral, em que há uma grande diversidade de bandas, capazes de proporcionar uma infinidade de composições e índices. Logo, após o processo de classificação automática, foi então efetuado o procedimento de edição manual, a fim de melhorar as classificações conflituosas resultantes do mapeamento automatizado.

Para que fosse atestada a qualidade do mapeamento, utilizamos a metodologia de validação por amostragem aleatória e estratificada (LANDIM, 2003), fazendo uso das imagens do Google Earth Pro. A geração de pontos aleatórios para validação de mapeamento já foi utilizada por outros autores, como Silva *et al*. (2011) e Nascimento *et al*. (2013). Dessa maneira, Lopes (2009) atestou a fidelidade geométrica das imagens do Google *Earth* em comparação com bases de dados utilizadas em mapeamentos, estando passíveis de serem utilizadas para validação.

Diante da possibilidade de utilização da base de imagens do Google Earth para validação, o resultado da classificação foi incorporado em formato vetorial ao software *ArcGIS*, onde os centroides dos polígonos foram extraídos pela ferramenta *polygon to point*, que gerou cerca de 2025 pontos. Em seguida, esses pontos foram submetidos à

função *subset features*, do módulo *Geostatistical Analyst*, onde passaram por uma seleção estatística aleatória de 20% dos pontos de cada classe, restando 405 pontos. Esses pontos, que portam em seus atributos o nome da classe à qual pertencem, foram incorporados no *software Google Earth Pro*, e sobrepostos a imagens de alta resolução, onde cada um foi validado. Os pontos com usos compatíveis ou incompatíveis por classes a que concernem foram descritos e somados em uma planilha contendo a matriz de confusão.

RESULTADOS

Como um dos resultados do mapeamento de uso e cobertura da terra para a bacia da Lagoa de Saquarema no ano de 2018, temos o mapa de uso e cobertura (Figura 3). A partir deste mapeamento foi possível analisar a distribuição espacial das diferentes classes existentes na bacia, sendo possível identificar os padrões de ocupação e distribuição das áreas de floresta e agricultura.

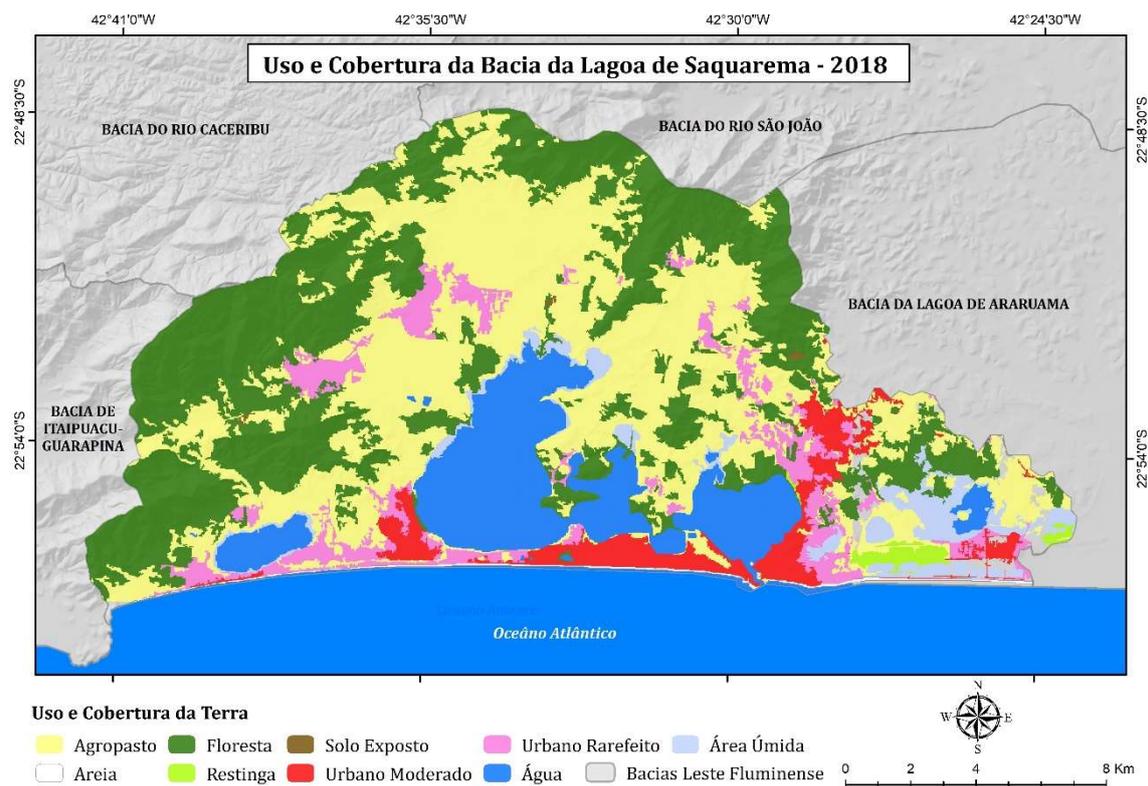


Figura 3: Mapeamento de uso e cobertura da terra

Também foi possível identificar a presença do urbano rarefeito sendo um indicativo do crescimento urbano nesta bacia, que gradativamente pode significar uma transição para um urbano moderado, o que pode influenciar de forma concreta nos problemas socioambientais da região estudada.

Esses problemas podem ser indicados como: o aumento do escoamento de esgoto na região, uma maior produção de lixo por parte dos habitantes dessas áreas urbanas cada vez mais crescente, assoreamentos das lagoas e diversos outros problemas associados ao crescimento do quantitativo populacional na bacia.

Especialmente nesta bacia, uma das questões que pode ser considerada como geradora de outros problemas é o assoreamento dos espelhos d'água, no caso, as lagoas. Sendo assim, esses espelhos d'água se tornam propensos a sofrerem sequências de aterramento para criação de novos lotes, destinados a venda para construções residenciais e também comerciais, para diversos fins.

Podem também serem destacadas as ocupações urbanas denominadas como moderadas, que tem suas construções recorrentemente próximas ao arco praial de Saquarema, o que também pode ser um gerador do processo de assoreamento citado anteriormente e, também, podendo indicar a construção de casas destinadas a ocupação turística na região, já que como foi relatado, o município é considerado um grande receptor desse tipo de prática.

A partir de uma análise quantitativa das classes do mapeamento (Tabela 1), foi obtido como resultado uma área de 104,90 km² da classe de agropasto, que corresponde as áreas utilizadas para pastagem e cultivos, representando cerca de 35,96% da bacia. Além disso, esta classe também está associada a plantação de grama, que depois é retirada e vendida, sendo essa uma atividade econômica bastante comum na área de estudos. Se tratando da extensão de floresta, que pode ser caracterizada como uma cobertura arbórea típica de mata atlântica, a mesma possui cerca de 97,98 km² de áreas florestadas, tendo uma porcentagem de 33,58%.

As áreas de urbanização que, em sua maioria, estão situadas no litoral da bacia, correspondem a 37,15 km², sendo divididas em 7,87% na classe de urbano rarefeito, que representa áreas urbanas com loteamentos vazios entre as ocupações, ou seja, ocupações mais espaçadas e 4,86% na classe de urbano moderado, que representa as áreas de ocupação horizontais contínuas, que são áreas com uma maior presença de lotes e sem interrupções entre eles.

A classe de água, que pode ser considerada como as lagoas e espelhos d'água, possuem uma área correspondente a 37,33 km², com porcentagem de 12,80%. Já a classe de areia, que pode ser definida como cordões arenosos, possui uma área de 1,62 km², com 0,56%. A classe de Área úmida, que são áreas de inundações temporárias, corresponde a cerca de 10,55 km², com 3,61%. O solo exposto, que são solos preparados para cultivo e construção civil possui uma área de 0,20 km², com 0,07%. Por fim, a classe de restinga corresponde a uma área de 2,02km², com 0,69%.

A partir desses resultados e com uma interpretação do mapa de uso e cobertura da bacia da lagoa de Saquarema, é possível fazer diagnósticos previsíveis da dinâmica que vem sendo executada nesta bacia. A classe de floresta vem sofrendo fragmentações da classe de agropasto, provavelmente, tendo sua explicação em desmatamentos para que essas áreas antes florestadas possam servir como áreas para plantações e cultivos, o que pode significar um grande risco ambiental para esta bacia.

Um outro diagnóstico é referente a classe de urbano rarefeito que possui um avanço para o interior desta bacia. Através do mapa se torna possível identificar a classe de agropasto sendo mesclada com a classe de urbano rarefeito, de forma mais intensa na parte central da bacia, também podendo ser um indicador de fortalecimento desse uso agropastoril na bacia.

Já a classe de urbano moderado, que correspondem a ocupações mais intensas e como dito anteriormente, indicam uma crescente presença de ocupações urbanas com fins turísticos na bacia, assim como pousadas, casas de veraneios e também lotes com construções para temporadas. Essas ocupações moderadas também se encontram próximas a ocupações rarefeitas, podendo indicar pressões capazes de transformar essas ocupações rarefeitas em moderadas em um curto período de tempo.

Logo, essas duas classes representam maiores riscos a dinâmica ambiental nesta bacia, pois produzem pressões a diversidade ecossistêmica presente na mesma. Se a urbanização não for controlada e gerenciada, poderá diminuir cada vez mais a porcentagem das classes naturais como os espelhos d'água e as áreas florestadas, diminuindo assim a vida ecossistêmica nesta bacia.

A partir da validação do mapeamento é possível destacar o bom desempenho obtido no mapeamento de uso e cobertura. Através da matriz de confusão gerada pela validação é possível analisar as principais dificuldades e limitações da classificação, dentre elas destaca-se a dificuldade de classificação da classe urbano rarefeito, no qual obteve cerca de 63,89% de erros por omissão, que ocorre quando a classe é subestimada pelo classificador. E 79,31% por erro de comissão, que é o erro cometido ao definir o objeto a uma classe enquanto a mesma pertence a alguma outra (Tabela 3).

Estas inconsistências podem estar associadas ao crescimento urbano da área de estudos, onde é comum encontrar lotes vazios entre áreas classificadas como urbano rarefeito, apontando que as mesmas estão em crescimento.

TABELA 1: MATRIZ DE CONFUSÃO GERADA A PARTIR DA VALIDAÇÃO

Classes	Agropasto	Água	Área Úmida	Floresta	Restinga	Urb.Moderado	Urb.Rarefeito	Total
Agropasto	162	0	0	13	0	2	1	178
Água	2	16	1	1	0	0	0	20
Área Úmida	2	0	5	0	0	0	0	7
Floresta	14	0	0	128	0	0	0	142
Restinga	0	0	0	0	7	0	0	7
Urb.Moderado	1	0	0	0	0	9	5	15
Urb.Rarefeito	10	1	0	1	0	1	23	36
Total	191	17	6	143	7	12	29	405
Comissão	84,82	94,12	83,33	89,51	100,00	75,00	79,31	100,00
Omissão	91,01	80,00	71,43	90,14	14,29	60,00	63,89	100,00

Cabe destacar os erros de comissão e omissão (Tabela 3), que se referem respectivamente ao que foi classificado sem ser de fato aquela classe, superestimando-a. Enquanto os erros de omissão se referem as classificações que foram omitidas pela modelagem, ou seja, não foram classificadas devidamente, subestimando a classe em discussão. A partir dos resultados apontados acima, obteve-se como valor do índice Kappa 0,79 sendo considerado por Landis (1977) substancialmente aceitável. Além disso, obteve-se 0,86 de aceitação relativa (PO) e 0,34 de taxa hipotética de aceitação (PE), e 0,86 de exatidão global. O que representa um bom desempenho de validação, dando confiabilidade ao uso desse mapa para as diversas finalidades (Tabela 4).

TABELA 2: DADOS DA VALIDAÇÃO DO MAPEAMENTO DE USO E COBERTURA DA TERRA

Aceitação Relativa – PO	0,86
Taxa Hipotética de Aceitação – PE	0,34
Kappa	0,79
Exatidão Global	0,86

Segundo Figueiredo e Oliveira (2007), embora o Kappa seja muito utilizado na avaliação da exatidão de mapeamentos, não existe uma teoria fundamentada para a recomendação dos níveis mínimos aceitáveis deste coeficiente numa classificação. Porém, a tabela abaixo mostra níveis de desempenho de classificação, normalmente

aceitos pela comunidade científica referidos ao valor de Kappa obtido (FIGUEIREDO E OLIVEIRA, 2007).

TABELA 3: VALORES DO ÍNDICE KAPPA

Índice Kappa	Desempenho
< 0	Péssimo
$0 < k \leq 0,2$	Ruim
$0,2 < k \leq 0,4$	Razoável
$0,4 < k \leq 0,6$	Bom
$0,6 < k \leq 0,8$	Muito Bom
$0,8 < k \leq 1,0$	Excelente

Fonte: Fonseca (2000)

CONCLUSÕES

A classificação de imagens baseada em objetos (GEOBIA) teve um desempenho bastante eficiente, cumprindo de maneira satisfatória aos objetivos propostos do mapeamento de uso e cobertura da terra. Outro ponto relevante se destina as vantagens relacionadas ao uso das imagens de satélite *Sentinel 2*, sensor MSI, que proporcionou maiores possibilidades de classificação, com o uso de diferentes descritores elaborados a partir da composição das bandas, permitindo uma melhor identificação das classes e auxiliando no processo metodológico.

O mapeamento de uso e cobertura da terra nos deu subsídios para o reconhecimento das atividades distribuídas na região. Destacamos como exemplo a identificação de atividades de plantação de grama na bacia para fins comerciais. Ainda, é possível notar que a ocupação das áreas urbanas, seja ela rarefeita ou moderada, está ocorrendo com maior intensidade no litoral da bacia, o que pode ser um indício de processo especulativo imobiliário na região, tendo como foco os lotes no litoral, cujo propósito relaciona-se com atividades promovidas pelo turismo.

As áreas urbanas, bem como outros usos crescentes, tendem a promover uma mudança da paisagem litorânea, alterando ecossistemas costeiros, áreas brejosas e lagunares. Da mesma forma, as atividades agrícolas tendem a fragmentar a floresta e ocasionar riscos a rios e cachoeiras, assim também como ocasionar pressões nas Unidades de Conservação (UCs) presentes nessa bacia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, M. A. H.; GLERIANI, J. M. & DEBIASI, P. Atmospheric effects on vegetation indices of TM and ETM+ images from a tropical region using the 6S model. In: Proceedings of the IEEE IGARSS2012, Munich, pp. 6549-6552. 2012

CRUZ, C.B.M., VICENS, R.S., SEABRA, V.S., REIS, R.B., FABER, O.A., RICHTER, M., ARNAUT, P.K.E., ARAUJO, 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: INPE, 2007.

DEFINIENS. The Principles of Definiens Cognition Network Technology. Disponível em: <http://earth.definiens.com/learn/technology>. Acesso em janeiro de 2010.

FIGUEIREDO, G.C.; VIEIRA, C.A.O; Estudo do comportamento de índices de Exatidão Global, Kappa e Tau, comumente usados para avaliar a classificação de imagens de sensoriamento remoto. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5755-5762.

FONSECA, L. M. G. Processamento digital de imagens. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2000. 105p.

FRANÇA, A. F.; TAVARES JUNIOR, J. R.; MOREIRA FILHO, J. C. C. Índices NDVI, NDWI e NDBI como ferramentas ao mapeamento temático do entorno da lagoa olho d'água, em Jaboatão dos Guararapes-PE. In: IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Anais. Recife – PE.p. 001 – 009. 06 - 09 de Maio de 2012. Acesso em jul. 2020.

LANDIM, P.M.B. Análise Estatística de Dados Geológicos Multivariados. São Paulo: Oficina de Textos, 2003. 208p.

LANDIS, J.R.; KOCH, G. G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. Biometrics. Vol. 33, No. 1, pp. 159-174. 1977.

LOPES, E. E. Proposta metodológica para validação de imagens de alta resolução do Google Earth para a produção de mapas. 2009. 115p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2009.

MANSUR, K.L.; RAMOS, R.R.C.; GODOY, J. M. O.; NASCIMENTO, V.M.R.; Beachrock de Jacaré, Maricá e Saquarema – RJ: importância para a história da ciência e para o conhecimento geológico. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo, junho de 2011.

NASCIMENTO, A. F.; RUBIM, I. B.; PEREIRA, E. G. S.; BARROS, R. S.; RICHTER, M.. Classificação da cobertura da terra, utilizando os programas livres: InterImage, WEKA e QuantumGIS. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. São José dos Campos: INPE, 2013. Artigos, p. 2258-2265. CD-ROM, On-Line. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/>>. Acesso em: ago. 2020.

SANTOS, A.B., COSTA, E.C.P.; SOUSA, R.C.S., SEABRA, V.S. Aplicação Ambiental em Geoprocessamento: análise das mudanças de uso e cobertura da terra no município de Saquarema-RJ nos anos de 1984 e 2014. 5º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade, 2016.

SILVA, A. R.; TOMASIELLO, D. B.; PRADO, B. R.; VIEIRA, M. A.; BARBARISI, B. F.; ORTIZ, M. J. Extração da cobertura vegetal de áreas urbanas utilizando imagens do satélite GeoEye-1. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 2011, Curitiba. São José dos Campos: INPE, 2011. Artigos, p. 1576-1583. CD-ROM, On-Line. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/>>. Acesso em: out. 2019.