

Análise espaço-temporal da ocupação da área e entorno do Parque Municipal Dunas de Abrantes, Camaçari - BA

Luiz Felipe Moura Bastos Borges¹
Desiree Alves Celestino Santos¹
Fábia Antunes Zaloti¹
Saulo Medrado dos Santos¹
Dária Maria Cardoso Nascimento¹

¹ Universidade Federal da Bahia – UFBA/IGEO
Caixa Postal 40.170-290 - Salvador - BA, Brasil
felipe_m2b@hotmail.com; desiree_alves1@hotmail.com; fabia.zaloti@gmail.com;
saulomedrado1@gmail.com; daria@ufba.br.

Abstract. The Abrantes Dunes Municipal Park (ADMP) has an area of 6,869 square kilometers which is located in Camaçari – Bahia. Due to be situated in the coastal strip the ADMP has been suffering from urbanization process potentiated by the real estate pressure to seek places of leisure, recreation, tourism and social welfare. The use of remote sensing allowed a spatiotemporal mapping using orbital images dated from 1984 and 2016, which the main goal was to classify the different types of land use and land cover highlighting the implications of the occupation process in the ADMP and surroundings. The identification and interpretation of mapping classes it was preceded by digital processing in Geographic Information Systems (GIS) environments, based on work carried out by Anderson et al (1979), IBGE (2013), Borges (2014) and field visits. It was found that urban areas grew by 130% when occupied 7,5 square kilometers in 1984 to 17,7 square kilometers in 2016, consequently the areas covered by dunes decreased 2,92 square kilometers the equivalent a reduction of 38,13%. It was verified that due to intense occupation process various environmental conflicts settled in ADMP and surroundings in order to dump solid and liquid residues in dunes and lagoon environments, extraction of sands dunes, backfill process of ponds, among others.

Palavras-chave: remote sensing, supervised classification, Abrantes-Camaçari, occupation, dunes, sensoriamento remoto, classificação supervisionada, Abrantes-Camaçari, ocupação, dunas.

1. Introdução

O litoral brasileiro abrange diversos ecossistemas de grande relevância, dentre os quais encontram-se as dunas, entendidas como “unidades geomorfológicas de constituição predominante arenosa, com aparência de câmoru ou colina, produzida pela ação dos ventos, situada no litoral ou no interior do continente, podendo estar recoberta, ou não, por vegetação” (CONAMA, 2012). As dunas são importantes, pois: i) são fonte de sedimento para outras regiões costeira; ii) mitigam a erosão costeira, amenizando o efeito de ondas e tempestade; e iii) são áreas de recarga do lençol freático.

No Parque Municipal Dunas de Abrantes (PMDA) e no entorno de sua poligonal existem ecossistemas enquadradas por Lei como áreas de caráter permanente. De acordo com artigo 3º, II do Código Florestal, descreve as Áreas de Preservação Permanente (APP) como: “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012).

São consideradas ainda áreas de APP, as matas ciliares, o entorno de lago e lagoas naturais, o entorno de nascentes, as restingas e dunas, os manguezais, as bordas de tabuleiros, dentre outras (Amado, 2013).

As áreas do PMDA estão também inseridas, em grande parte, na Zona de Vida Silvestre – ZVS da Área de Proteção Ambiental (APA) Joanes-Ipitanga (CEPRAM, 2002). A Resolução CEPRAM nº 2974/2002 dispõe que na ZVS desta APA não são permitidos novos parcelamentos e a ocupação do solo.

A APA Joanes Ipitanga foi criada por meio do Decreto Estadual nº 7.596 de 05 de junho de 1999, e dá outras providências de competências previstas em legislação própria, especialmente na Resolução CONAMA nº 10, 14 de dezembro de 1988, na qual sua resolução tratava-se em elaborar um plano de manejo, estabelecer um zoneamento ecológico-econômico, traçar limites da APA, analisar, emitir pareceres e aprovar a implantação de empreendimentos, dentre outras providências (BAHIA, 1999). A APA, portanto está associada à preservação de ambientes costeiros de restingas, dunas e lagoas, no qual apresenta uma grande e importante biodiversidade, abrigando diversas espécies da fauna e flora, e a abundância de recursos hídricos, cujo objetivo é proteger os mananciais e os ecossistemas presentes. O processo de expansão urbana e a especulação imobiliária nas áreas costeiras são algumas das causas possíveis de ameaça a estes ecossistemas, uma abordagem relevante mostrada neste trabalho que tem ocorrido de forma recorrente desde décadas pretéritas.

As imagens obtidas por meio do sensoriamento remoto proporcionam uma visão de conjunto multitemporal de extensas áreas da superfície terrestre. Essa visão da paisagem e/ou do meio ambiente permite realizar estudos regionais e integrados, mostrando a dinâmica e a transformação destes ambientes; destacam os impactos causados por fenômenos naturais e antrópicos, como os desmatamento, queimadas, expansão urbana, ou outras alterações do uso e da ocupação da terra (Florenzano, 2002). O sensoriamento remoto permite coletar dados da superfície que captam as energias de alvos refletidos pela mesma.

Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho consiste em uma análise espaço-temporal, utilizando-se imagens de satélite, com vista a investigação e implicações da ocupação no Parque Municipal Dunas de Abrantes, e seu entorno, no município de Camaçari - Bahia.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo

A área escolhida para o desenvolvimento deste trabalho corresponde uma área de 60,33 km² que abrange o PMDA e seu entorno, conforme a área hachurada da Figura 1. Localiza-se na porção sul do município de Camaçari. Este foi criado pelo Decreto Municipal nº 116, de 01 de março de 1977, com uma área de 686,94 hectares ou 6,86 km².

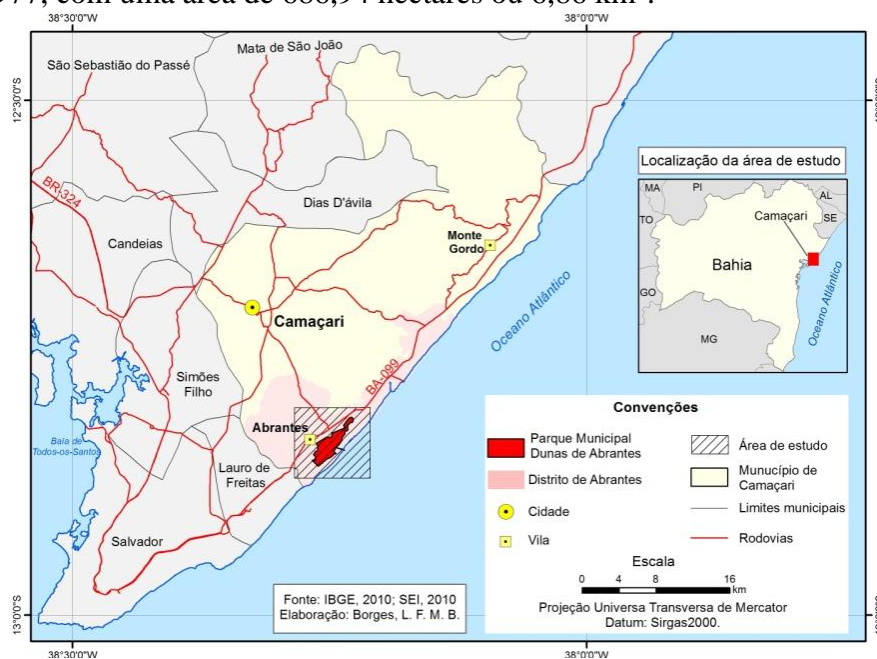


Figura 01. Localização e situação da área de estudo. Parque Municipal das Dunas de Abrantes, Camaçari – BA

O clima atuante no município de Camaçari é do tipo Úmido, com a pluviosidade média anual de 1.976,3 mm, concentradas nos meses de fevereiro a agosto. A temperatura média anual é de 24,5 °C (SEI, 2012).

A área de estudo situa-se em uma planície costeira, recoberta por campos de dunas. A vegetação essencialmente é a de restinga, a qual de acordo com a Resolução CONAMA n° 417, de 23 de novembro de 2009, corresponde ao conjunto de comunidades vegetais, distribuídas em mosaico, associado aos depósitos arenosos costeiros quaternários e aos ambientes rochosos litorâneos, também consideradas comunidades edáficas, por dependerem mais da natureza do solo do que do clima (CONAMA, 2009). Ainda de acordo com a mesma (*op. cit*) as restingas são encontradas nos ambientes de praias, cordões arenosos, dunas, depressões e transições para ambientes adjacentes, podendo apresentar, de acordo com a fitofisionomia predominante, estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo, este último mais interiorizado. Esta formação, apesar de estar protegida legalmente, encontra-se sujeita a descaracterização pela intensificação do processo de ocupação ao longo da área costeira, acarretando a progressiva degradação e destruição de seus componentes físicos, químicos e biológicos.

2.2 Materiais e Método

Para análise espaço-temporal da ocupação da área de estudo foi utilizada imagens de satélites Landsat 5 e 8 dos sensores *Thematic Mapper* (TM) (bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 6) e *Operational Land Imager* (OLI) (bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7), das datas de 19/07/1984 e 13/09/2016, respectivamente, orbita-ponto 215-069. O formato disponibilizado é GeoTIFF, com 8 e 16 bits (Landsat 5 e 8), na projeção cartográfica UTM no sistema geodésico de referência WGS 84. Estas imagens estão classificadas como produto nível 1 (Level 1) e são ortorretificadas. As imagens foram obtidas a partir do aplicativo na internet *Earth Explorer* (USGS, 2016).

Foram realizados os seguintes processos nas imagens de satélite *Landsat*: correção radiométrica e atmosférica, segmentação, coleta de amostra de treinamento, classificação supervisionada e o mapeamento das classes. A figura 2 ilustra os processos realizados:

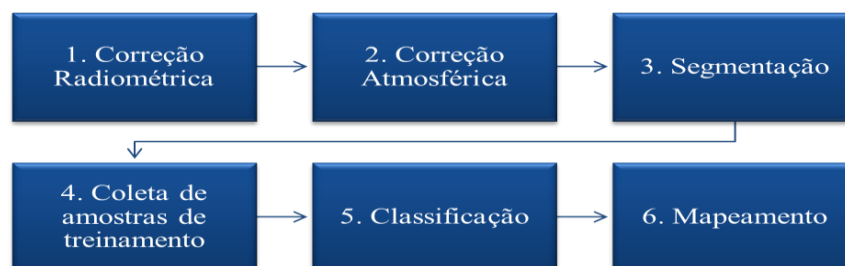


Figura 2. Fluxo dos processos de processamento das imagens de satélites.

O processo de correção radiométrica é necessário devido às imagens de diferentes bandas de um mesmo sensor, e de sensores diferentes, não estarem na mesma escala de números digitais, sendo preciso corrigir as imagens radiometricamente antes do processo de classificação, ou seja, convertê-las para imagem reflectância (Ponzoni et al, 2015).

Os parâmetros atmosféricos podem gerar interferências na medida de reflectância, sendo estes, a umidade atmosférica e a presença de aerossóis (Novo, 2014).

A segmentação trabalha com agregação dos alvos que são relativamente homogêneos na imagem, aplicando uma operação de gradiente local para determinar os limites das regiões ou áreas, ou agregar *pixels* da vizinhança, sendo que os *pixels* similares são alocados dentro de regiões ou áreas maiores (Schowengerdt, 2007).

A classificação utilizada para obter o mapeamento temático da ocupação foi a classificação supervisionada por regiões, o tipo de classificador Bhattacharya. Os classificadores por regiões usam a informação espectral de cada *pixel* da imagem e a informação espacial que abrange a relação entre o *pixel* e seus vizinhos. Este tipo de classificador busca simular o comportamento do intérprete ao reconhecer as áreas homogêneas nas propriedades espectrais e espaciais da imagem (Moreira, 2012).

Para o classificador utilizado é necessário coletar amostras de treinamento, e estas determinarão a função densidade de probabilidade para as classes coletadas como amostras. Neste processo o algoritmo avalia para cada região a distância Bhattacharya entre as classes, e a classe que apresentar a menor distância será atribuída a região avaliada (Moreira, 2012).

Para coleta das amostras de treinamento das classes foram realizados trabalhos de campo (13/05/2016 e 14/10/2016) com intuito de levantar e validar os padrões de cada classe a ser mapeada. Com as informações deste campo coletaram-se as amostras de treinamento. A figura 3 ilustra um dos pontos coletados em campo e duas fotografias da mesma área e perspectivas diferentes.



Figura 3. Um dos pontos coletados em campo e duas fotografias da mesma área (out/2016).

Para definição da nomenclatura das classes do mapeamento foi utilizado como referência os Manuais Técnicos de Vegetação Brasileira e de Uso da terra (IBGE, 2012; 2013), o sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização de dados de sensores remoto do autor Anderson et al. (1979), e o mapa sobre o estudo de uso e ocupação da terra com aplicação de geotecnologias no distrito de Abrantes no município de Camaçari no estado da Bahia (Borges, 2014).

Como o objetivo do artigo foi quantificar a ocupação nos anos de 1984 e 2016, na revisão da classificação optou-se por trabalhar com as bandas do infravermelho próximo, do infravermelho médio e vermelho, pois estas bandas destacam mais as áreas de cobertura vegetal, relevo, solo exposto, pastagens, vegetação de baixo porte e densidade (Florenzano, 2011).

Os *softwares* para correção radiométrica e atmosférica utilizado foi o ENVI versão 5.3.1, para o processamento de imagens, como segmentação, coleta de amostra de treinamento,

classificação e mapeamento foi o Spring versão 5.4.3, e para elaboração dos cartogramas o ArcGIS versão 10.4.1.

O limite referente ao PMDA, utilizado neste trabalho foi disponibilizado pela CONDER (2016) em arquivo no formato *shapefile* fruto de uma delimitação da área por meio de fotografias aéreas de 1976.

3. Resultados e Discussão

Constatou-se que devido ao intenso processo de ocupação, os impactos ambientais foram evidenciados por meio da utilização do sensoriamento remoto, e visitas de campo, os quais os principais impactos foram: o lançamento de efluentes domésticos e industriais nos cursos d'água, ocupação de áreas de preservação permanente como: dunas, restingas, lagoas e matas ciliares; extração de areia das dunas e descarte de resíduos sólidos. Além disso, a ocupação trás consigo outros tipos de impactos, tendo em vista a necessidade da supressão vegetal, aterramento de lagoas, como foi o exemplo de diversos condomínios instalados no entorno e inserido no PMDA; ocasionando destruição do habitat de espécies vegetais (junco) e animais, como: anfíbios, peixes, aves, moluscos, crustáceos que vivem se alimentam, se reproduzem nestes frágeis ecossistemas (Borges, 2014).

A partir da comparação dos mapeamentos de 1984 e 2016 foi possível observar o avanço da ocupação na área de estudo. No ano de 1984 as classes de Áreas Urbanizadas, Pastagem, Remanescentes de Floresta Ombrófila Densa, Restinga, Dunas, Áreas Descobertas, Áreas Úmidas representavam 12,75%, 2,64%, 21,86%, 17,24%, 12,73%, 1,47%, 2,48%, respectivamente. Em 2016 as classes Áreas Urbanizadas, Pastagem, Remanescentes de Floresta Ombrófila Densa, Restinga, Dunas, Áreas Descobertas, Áreas Úmidas representavam 29,34%, 2,35%, 16,16%, 12,81%, 7,89%, 0,52%, 3,76%, respectivamente. Verifica-se com este mapeamento que a classes de áreas urbanizadas sofreram um aumento de 130% em 2016, e a classe de Dunas foi a que mais diminuiu em 2016, sendo de 38,13% a redução. A tabela 1 ilustra a área das classes mapeadas em quilômetros quadrados e em percentagem.

Tabela 1. Áreas e percentuais das classes mapeadas no ano de 1984 e 2016 na área de estudo no município de Camaçari – Bahia.

| Classes Mapeadas | Área km ² 2016 | 2016 % | Área km ² 1984 | 1984 % |
|---|------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|
| Áreas Urbanizadas | 17,70 | 29,34 | 7,69 | 12,75 |
| Pastagem | 1,42 | 2,35 | 1,60 | 2,64 |
| Remanescentes de Floresta Ombrófila Densa | 9,75 | 16,16 | 13,19 | 21,86 |
| Formações Pioneiras - Restinga | 7,73 | 12,81 | 10,40 | 17,24 |
| Formações Pioneiras - Dunas | 4,76 | 7,89 | 7,68 | 12,73 |
| Áreas Descobertas | 0,31 | 0,52 | 0,89 | 1,47 |
| Áreas Úmidas | 2,27 | 3,76 | 1,50 | 2,48 |
| TOTAL* | 43,94 | 72,83%* | 42,95 | 71,17%* |

*- Os trechos com massas d'água não foram quantificados.

Foram gerados dois mapas para representar espacialmente a ocupação nos dois anos mapeados, 1984 e 2016, conforme pode ser observado nos mapas 1 e 2 da figura 4.

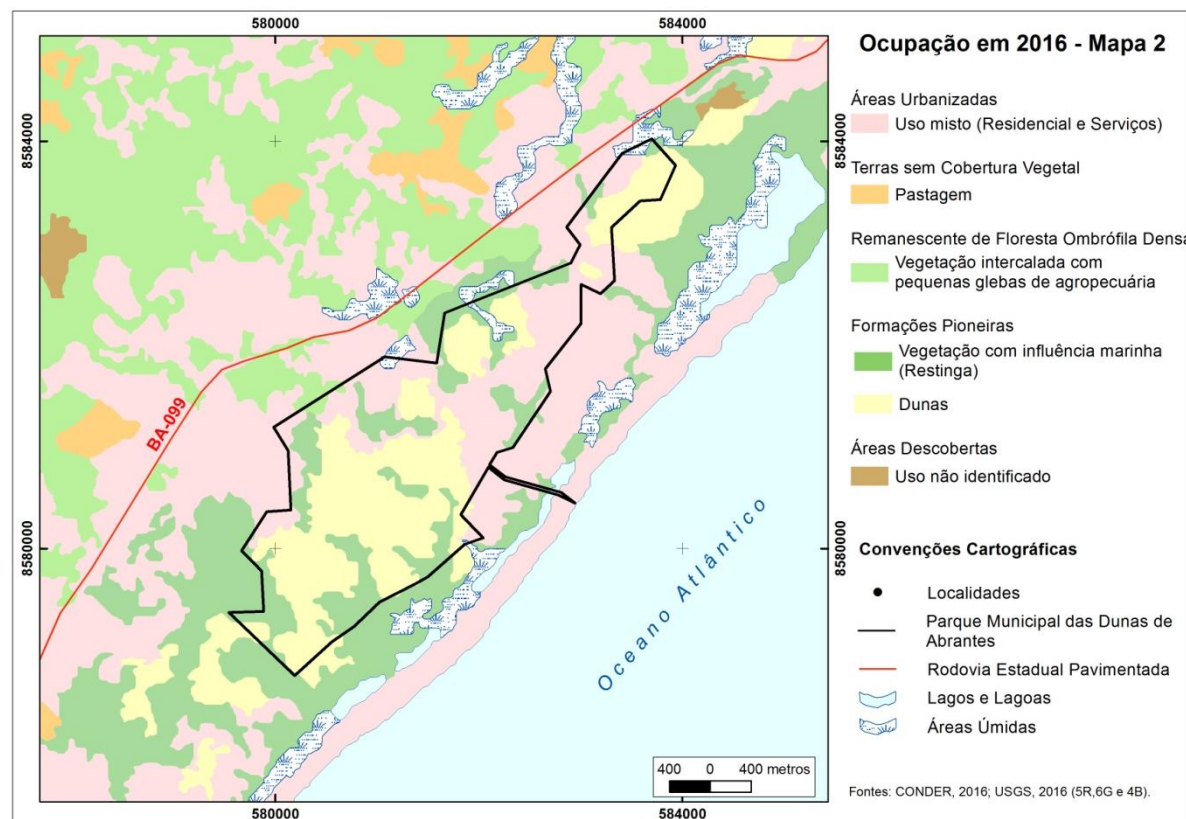
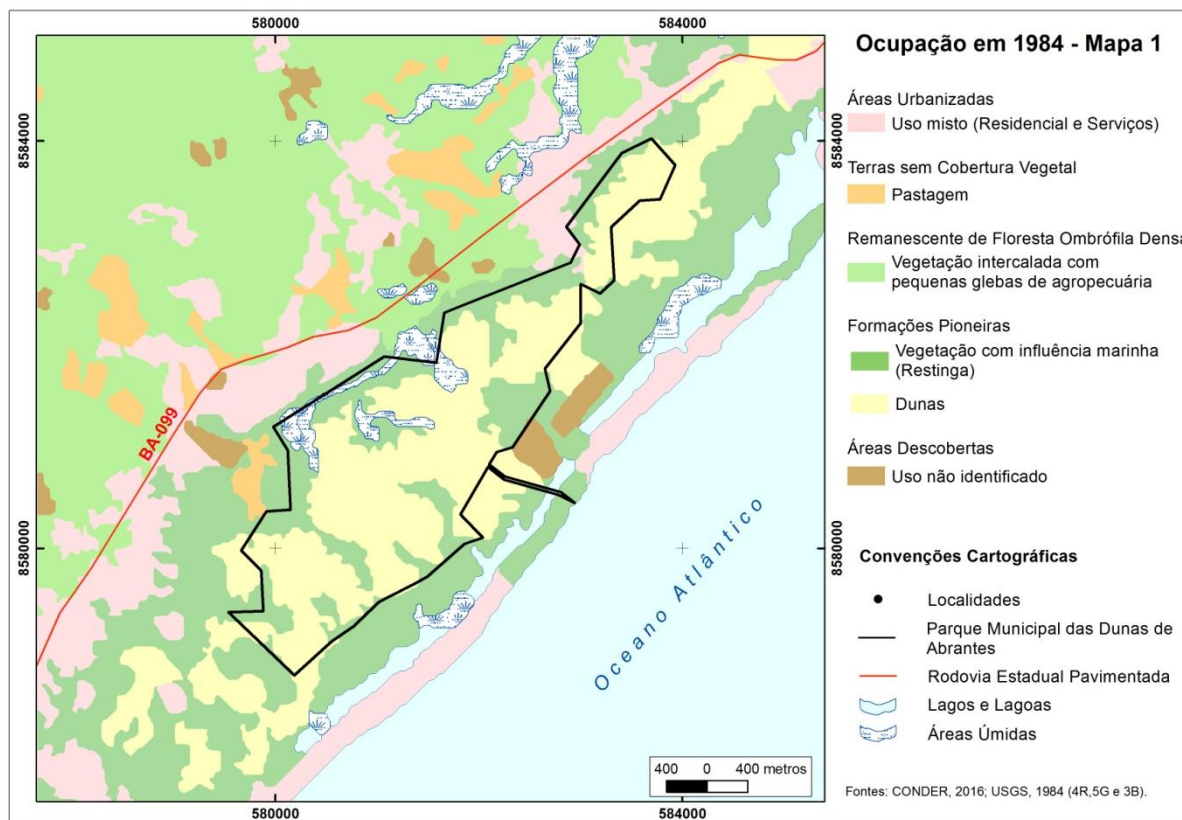


Figura 4. Ocupação nos anos de 1984 e 2016 na área de estudo no município de Camaçari, Bahia.

4. Conclusões

A análise multitemporal do PMDA e seu entorno no município de Camaçari – BA, mostra que existem conflitos de cunho social e ambiental refletindo em ecossistemas de dunas, restingas e lagoas ocasionando transformações dos tipos de uso que envolve o homem como agente modificador destes. As áreas urbanizadas correspondem a um crescimento de 130% entre 1984 e 2016, enquanto neste mesmo período a classe de Dunas reduziu 38,13%. Diante deste contexto, os conflitos ambientais foram potencializados ainda mais, dentro da APA, com destaque para o processo de expansão urbana, devido à pressão imobiliária em intensa ampliação, ocupando áreas de APP, protegidas por lei. Ressalta-se ainda os descartes de resíduos sólidos nesses ecossistemas, extrativismo ilegal das areias das dunas utilizado como insumo na construção civil o que contribui ainda mais para descaracterização desses locais, que são extremamente importantes para manutenção do meio e recarga hídrica.

A utilização do sensoriamento remoto foi essencial no processo dessa pesquisa, pois, permitiu o armazenamento de informações, a coleta e otimização dos dados, a identificação e a análise multitemporal dos documentos digitais.

O emprego da classificação supervisionada por regiões foi essencial para espacializar e individualizar as classes mapeadas visando às mudanças ocorridas na área de estudo, pois demonstrou maior rapidez do que no processo de interpretação visual. Outra vantagem foi permitir a contribuição dos pesquisadores no processo de coleta das amostras de treinamento, no mapeamento das classes, e também possibilitou a utilização das informações levantadas em campo na área do PMDA e entorno para validação e identificação da ocupação inadequada.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Cartografia (LACAR) da Universidade Federal da Bahia (UFBA), no qual se desenvolve o grupo de pesquisa: Cartografia aplicada a estudos ambientais e de ensino, vinculado ao CNPq. Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Bahia (POSGEO/UFBA). A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio a pesquisa.

Referências Bibliográficas

Amado, F. A. Di T. **Direito ambiental esquematizado**. 4ª. ed. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: Método, 2013.

Anderson, J. R.; Hardy, E. E.; Roach, J. T.; Witmer, R. E. **Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos**. Tradução Haroldo Strang. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 78 p.

BAHIA (Estado). Decreto nº 7.596, de 05 de junho de 1999. Cria a Área de Proteção Ambiental – APA de Joanes-Ipitanga e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado da Bahia**, Poder Executivo, Salvador, BA, 09 jun. 1999. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/unidades-de-conservacao/apa/apa-joanes-ipitanga/>>. Acesso em: 08 set. 2014.

Borges, L. F. M. B. **Estudo de uso e ocupação da terra com aplicação de geotecnologias no distrito de Abrantes, Camaçari – BA**. 75f. Monografia (Graduação em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2014.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção de vegetação nativa. Publicado no D.O.U. Brasília, DF. 25. mai. 2012. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 20 out. 2016.

CEPRAM. Conselho Estadual de Meio Ambiente. Resolução 2.974 de 24 de maio de 2002: Aprova o Zoneamento Ecológico-Econômico da Área de Proteção Ambiental – APA Joanes-Ipitanga, integrante do Sistema de Áreas Protegidas do Litoral Norte. Disponível em: < <http://www.seia.ba.gov.br/legislacao-ambiental/resolucoes/resolu-o-cepram-n-2974>>. Acesso em: 24 out. 2016.

CONAMA. Resolução nº 303, de 20 de março de 2002: Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso em: 24 out. 2016.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 417, de 23 de novembro de 2009: Dispõe sobre parâmetros básicos para definição de vegetação primária e dos estágios sucessionais secundários da vegetação de Restinga na Mata Atlântica e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=617>>. Acesso em: 24 de out. de 2016.

CONDER. Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia. **Parque Municipal Dunas de Abrantes**. 1976. Sistema de Informações Geográficas Urbanas do Estado da Bahia - INFORMS e Dados Institucionais - RMS. Salvador, 2016.

Florenzano, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97 p.

_____. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 317p.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2012. 271 p.

_____. **Manual Técnico de uso da terra**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2013. 171 p.

Moreira, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 4. Ed. Viçosa: Ed. UFV, 2012. 422 p.

Novo, E. M. L. de M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicação**. 4ª ed. – São Paulo: Blucher, 2014.

Ponzoni, J.; Shimabukuro, Y. E.; Kuplich, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2015. 176 p.

Schowengerdt, R. A. **Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing**. 3ª ed. San Diego, USA: Academic Press, 2007. 515p.

SEI. **Estatísticas dos Municípios Baianos: território de identidade Metropolitano de Salvador**. Salvador: Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia, 2012.v.4. n.1. 416 p. ISSN 1519-4124.

USGS. **United States Geological Survey**. imagem de satélite Landsat 5 e 8 (órbita-ponto: 215-069 – Datas: 19/07/1984 e 13/09/2016). Canais 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e composição colorida 4, 5, 3 (Landsat 5), e 5, 6 e 4 (Landsat8): USGS. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 18 set. 2016.