

DIAGNÓSTICO DO USO E COBERTURA DA TERRA NOS RESERVATÓRIOS PÚBLICOS DO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS, RN, BRASIL

Diagnosis of land use and coverage in public reservoirs in the municipality of Pau dos Ferros, RN, Brazil

Aluizio Bezerra Júnior
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Campus Mossoró, RN
aluiziojunior@alu.uern.br

Agassiel de Medeiros Alves
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Campus Pau dos Ferros, RN
agassiel@uern.br

Recebido em 10/11/2020

Aceito em 13/12/2020

RESUMO: Objetivo da pesquisa é classificar, mensurar e mapear as dimensões espaciais das classes de uso e cobertura da terra nos reservatórios públicos 25 de março e Dr. Pedro Diógenes Fernandes, ambos pertencente ao município de Pau dos Ferros, estado do Rio Grande do Norte. Para os procedimentos metodológicos, utilizou-se as técnicas de sensoriamento remoto (SIG Qgis versão Lyon 2.12.3), das imagens de média resolução espacial do satélite SENTINEL 2, sensor MSI (Multispectral Instrument), acompanhado pela chave de interpretação. Os resultados mostraram que há possibilidade de uso sustentável, uma vez que a exploração e conservação permanece em equilíbrio, assim sendo, está pesquisa pode subsidiar à conservação do uso dos recursos naturais no entorno dos reservatórios.

Palavras-chave: Reservatório; Sensoriamento remoto; Chave de interpretação.

ABSTRACT: Research objective is to classify, measure and map the spatial dimensions of land use and land cover classes in public reservoirs 25 de Março and Dr. Pedro Diógenes Fernandes, both belonging to the municipality of Pau dos Ferros, state of Rio Grande do Norte. For the methodological procedures, remote sensing techniques (SIG Qgis version Lyon 2.12.3) were used, of the medium spatial resolution images of the SENTINEL 2 satellite, MSI sensor (Multispectral Instrument), accompanied by the interpretation key. The results showed that there is a possibility of sustainable use, since the exploration and conservation remains in balance, therefore, this research can subsidize the conservation of the use of natural resources around the reservoirs.

Keywords: Reservoir; Remote sensing; Key of interpretation.

INTRODUÇÃO

A espacialização humana, ao longo da história dá-se no entorno de reservas hídricas superficiais e subterrâneas. Mediante este contexto, observa-se que nos anos de 1960 a 1970, na região semiárida nordestina, ocorreram diversas construções de pequenos e grandes reservatórios artificiais (MOLLE; CADIER, 1992; TUNDISI, 2007) originando assim, um novo processo de mobilização humana “sertaneja” para o entorno destes mananciais, no qual resultou na exploração desordenada dos recursos naturais (ANDRADE, 1995).

Nesta perspectiva, os reservatórios tiveram as proximidades de suas margens associadas a áreas de habitação, agricultura, pecuária e pesca. Sendo assim, o uso e ocupação da terra é compreendido a partir das transformações humanas que, através da evolução das técnicas interferem significativamente na capacidade de suporte e estabilidade do meio ambiente (BEZERRA JÚNIOR; GUEDES, 2016). Desta forma, os levantamentos das categorias de uso e ocupação objetivam possibilitar a identificação dos elementos apresentados no espaço, além de fornecer subsídios para os diagnósticos e prognósticos dos impactos ambientais, sejam eles positivos ou negativos. Assim, para melhor compreender as transformações do espaço geográfico, torna-se importante ressaltar que “o Sistema de Informações Geográficas atende aos processos de trabalho voltados para a sistematização das informações disponíveis, incluindo os estudos de uso da terra” (IBGE, 2013, p. 155).

Segundo destaca Rosa (2007, p. 163), estudar o uso e ocupação da terra “consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou, quando não utilizado pelo homem, a caracterização dos tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo, como também suas respectivas localizações”.

Neste contexto, nota-se que a identificação do manejo do espaço, associado ao uso e ocupação da terra, tornou-se de fundamental importância para a compreensão da relação sociedade versus natureza, uma vez que, identificando os impactos causados ao sistema ambiental, podemos realizar os diversos levantamentos das áreas ameaçadas pela espacialização das atividades humanas, ou seja, possibilitando reorganizar a capacidade de cada ecossistema e reestruturar a interdependência que se estabelece entre os sistemas naturais e sociais (TRICART, 1977).

Assim, o mapeamento do uso e ocupação da terra e sua classificação de uso, baseia-se principalmente, na utilização das imagens de satélite de média e alta resolução espacial, aliado as técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto (CREPANI et al., 1996; ROSA, 2007; PARANHOS FILHO et al., 2016), cujas técnicas possibilitaram a obtenção e criação de bancos de dados, no qual o adequado processamento, permite compreender a dinâmica do uso e ocupação, através da elaboração dos mapeamentos temáticos das classes de uso. Dentro deste contexto, Xavier-da-Silva e Zaidan (2013, p. 20) resalta que o geoprocessamento, “tornou possível em uma escala inimaginada, analisar a geotopologia de um ambiente, ou seja, investigar sistematicamente as propriedades e relações posicionais dos eventos e entidades representados em uma base de dados georreferenciados” servindo de base para ações de apoio à gestão.

Partindo deste pressuposto, a utilização das geotecnologias permitiu a criação e reformulação de metodologias aplicadas em diferentes níveis de estudos ambientais (ROSA, 2005, PARANHOS FILHO et al., 2016), já que a utilização destas ferramentas possibilitou novas tomadas de decisões, além de fornecer novas compreensões da organização do espaço, permitindo assim, acompanhar e determinar ações de planejamento sustentável (ROSS, 1995; SANTOS, 2004). Por sua vez, Xavier-da-Silva e Zaidan (2003, p. 21) afirmam que “as novas formas criadas, no que poderia ser denominado de uma nova semiótica, isto é, uma nova forma de dirigir, através de sinalizações convencionadas, a transformação de dados em informação”.

Neste contexto, essas ferramentas de processamentos de dados e técnicas de planejamento, constituem na atualidade, os mais altos procedimentos na caracterização e análise ambiental, já que possibilitaram conhecer as múltiplas transformações territoriais advindas das ações antrópicas, fornecendo exames detalhados das interferências humanas no meio ambiente.

Observa-se que, as geotecnologias apresentam e geram infinidades de opções para a análise espacial, através dos diversos softwares utilizados nas pesquisas (CÂMARA; MONTEIRO, 2001; LANG; BLASCHKE, 2009; BOSSLE, 2015). Dentre estes instrumentos, destaca-se o software livre Quantum GIS (Qgis), por apresenta inúmeras possibilidades de manipulação/criação de dados espaciais, além de contemplar um universo de ferramentas auxiliares para a compreensão das transformações que são processadas no espaço-tempo da área pesquisada.

Diante do exposto, o objetivo da presente pesquisa foi classificar, mensurar e mapear as dimensões espaciais das classes de uso e ocupação da terra nos reservatórios públicos do município de Pau dos Ferros – RN, a partir da elaboração da chave de interpretação (NOVO, 2010; JENSEN, 2011), utilizando as técnicas de sensoriamento remoto, enquanto ferramentas que podem contribuir para a gestão e gerenciamento dos reservatórios.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O município de Pau dos Ferros no Rio Grande do Norte, faz parte da mesorregião do Oeste Potiguar, ocupando uma área territorial de 259,96 km², equivalente a 0,49% do território estadual (IDEMA, 2008). O município está situado entre as coordenadas geográficas 6° 12' 02" e 6° 01' 40" latitude S e 38° 16' 37" e 38° 02' 23" longitude W (579970 e 606260 UTM S e 9314551 e 9335465 UTM W, SIRGAS 2000, 24S), possuindo aproximadamente 27.745 habitantes, sendo que 25.551 residentes na área urbana e 2.194 residentes na zona rural (Figura 1), encontrando-se a 407 km de distância, em relação a capital do estado (IBGE, 2010).

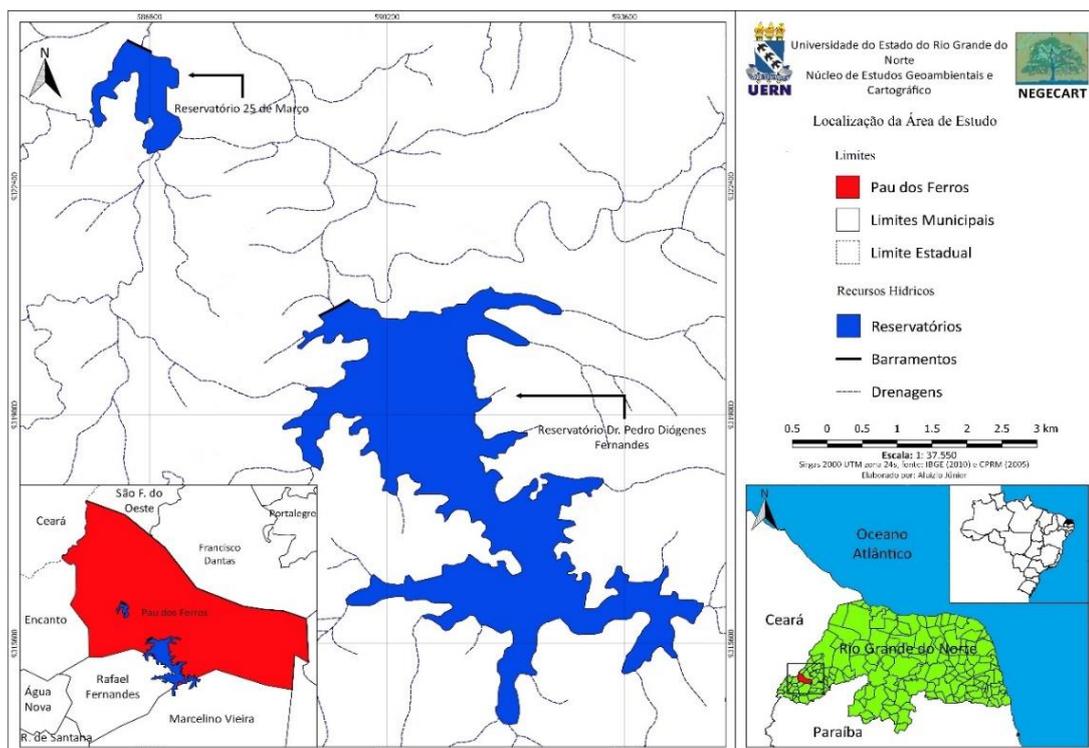


Figura 1 - Mapa de localização dos reservatórios. **Fonte:** Autores (2016).

A área específica do reservatório 25 de Março encontra-se nas coordenadas geográficas 6° 08' 08" e 6° 06' 01" latitude S e 38° 13' 59" e 38° 12' 04" longitude W (584835 e 588339 UTM S e 9321724 e 9325612 UTM W, SIRGAS 2000, 24S), estando localizado na mancha urbana do município de Pau dos Ferros, com uma capacidade 8.181,000m³ (oito milhões cento e oitenta e um mil), fazendo parte da microbacia hidrográfica do Riacho Cajazeiras e ocupando 1.011 km² da área municipal, ou seja, 0,38% (SEMARH, 2016).

O reservatório Dr. Pedro Diógenes Fernandes está situado nas coordenadas geográficas 6° 12' 43" e 6° 07' 58" latitude S e 38° 12' 28" e 38° 08' 06" longitude W (587626 e 595691 UTM S e 9313292 e 9322040 UTM W, SIRGAS 2000, 24S). Diante de sua considerável dimensão, abrange parte dos municípios de Pau dos Ferros, Rafael Fernandes e Marcelino Vieira, cuja capacidade representa 54. 846,000 m³ (cinquenta e quatro milhões oitocentos e quarenta e seis mil), o qual faz parte do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, ocupando área de 11.352 km², ou seja, 1,65% do território dos municípios inserido na bacia do reservatório (IDEMA, 2008; DNOCS, 2016).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICOS

Os procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa, foram delineados a partir da chave de interpretação de Novo (2010) e Jensen (2011), baseado no sensoriamento remoto e geoprocessamento das imagens de média e alta resolução espacial do satélite Landsat 5 (órbita ponto – 216/64), sensor TM (Thematic Mapper), com resolução espacial de 30m e Sentinel 2 (órbita ponto – 17967/95), sensor MSI (Multispectral Instrument), tendo resolução espacial de 10m, disponibilizadas gratuitamente pela USGS (United States Geological Survey) e ESA (European Space Agency), ambas imagens tratadas com técnicas de processamento digital de imagens (PDI) no software Qgis versão Lyon 2.12.3, na Classificação supervisionada de Imagens Orbitais do plugin SCP (Semi-Automatic Classification Plugin).

Na primeira etapa do pré-processamento, utilizou-se as bandas 4-5-6 do satélite Landsat 5 TM do período 9 de julho de 2008, para a realização da composição RGB falsa cor (6-5-4), depois criou-se uma camada vetorial para a delimitação dos reservatórios pesquisados, baseado na composição 6R-5G-4B e registrada no sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000/UTM Zona 24 S.

Em seguida, utilizou-se no processamento a ferramenta buffer, para delimitar um raio de 1000m no entorno da camada vetorial dos reservatórios. Posteriormente, realizou-se a partir da camada vetorial dos reservatórios, a delimitação das áreas de preservação permanente (APP) de acordo com a resolução CONAMA, nº302/02 (BRASIL, 2002) e Código Florestal, nº12. 651/12 (BRASIL, 2012) para reservatórios artificiais, tanto urbanos como rurais, depois utilizou-se a ferramenta TauDem no QGIS, para a delimitar as drenagens dos reservatórios, a partir do raio de 1000m do buffer de acordo com a resolução CONAMA nº303/02 (BRASIL, 2002), fator decisivo para permitir a delimitação das APPs dos cursos d'águas.

Na segunda etapa do processamento, utilizou-se a chave de interpretação, para auxiliar na classificação das classes de uso e ocupação na composição 3R-2G-1B do satélite Sentinel 2 do período 18 de setembro de 2016, a serem identificadas no plugin SCP, aliado ao algoritmo de classificação Maximum Likelihood, para qual o valor do limiar deve ser no mínimo 100m.

Dentro deste contexto, Novo (2010) e Jensen (2011), ressalta que as imagens de média e alta resolução espacial apresentam diversos fatores no processo de classificação e interpretação, tais como: tonalidade/cor, textura, padrão, localização, forma, sombra e tamanho, sendo que nesta pesquisa aplicamos apenas os seguintes fatores: tonalidade/cor, textura e forma. Após aplicação destes fatores, foi possível identificar as classes de uso e ocupação que estão inseridas na delimitação do buffer, para qual foram classificadas as seguintes classes (Figura 2).

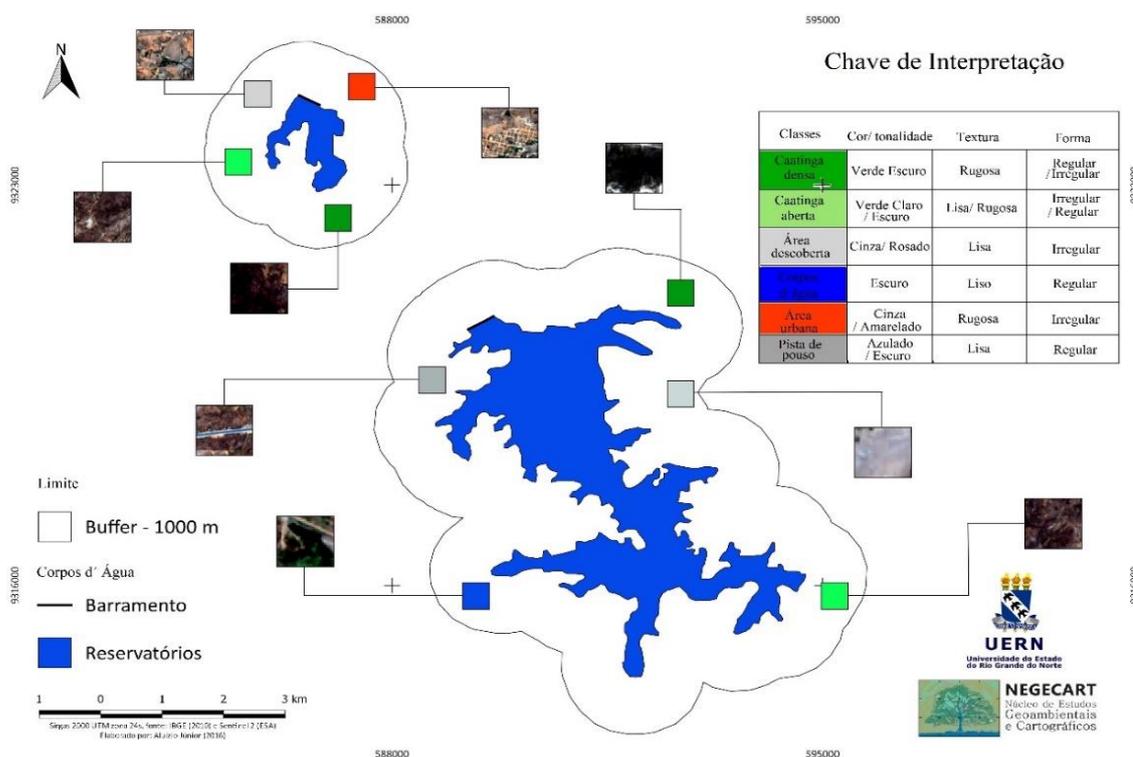


Figura 2 - Interpretação das classes de uso e cobertura. **Fonte:** Autores (2016).

Para Florenzano (2008), os processos de análise de dados a partir da interpretação visual proporcionam uma visão sinótica e multitemporal do espaço terrestre, sobretudo na classificação dos recursos naturais, facilitando as interpretações dos elementos de interesses. Os levantamentos das informações, via chave de interpretação visual, necessitam de correções a partir do conhecimento de campo, tendo em vista que, a resolução espacial de alguns sensores remotos compromete a realidade visual das ações pesquisadas, conforme atenta Florenzano (2008) o conhecimento do espaço pesquisado facilita o processo de interpretação das informações e minimiza a probabilidade de erros na classificação e mapeamento temático, representando assim, o espaço natural com maior grau de detalhamento desejado.

Assim, a terceira e última etapa ocorreu no dia 30 de junho de 2017, em observação de campo para confirmar os pontos obtidos pela chave de interpretação na classificação das classes, através de fotografias e comparações entre a realidade em campo e virtual, além das anotações/descrições que auxiliaram nos reajustes realizados no pós-processamento da classificação das classes. As etapas metodológicas são apresentadas no fluxograma, como forma de nortear a organização do caminho metodológico supracitado (Figura 3).

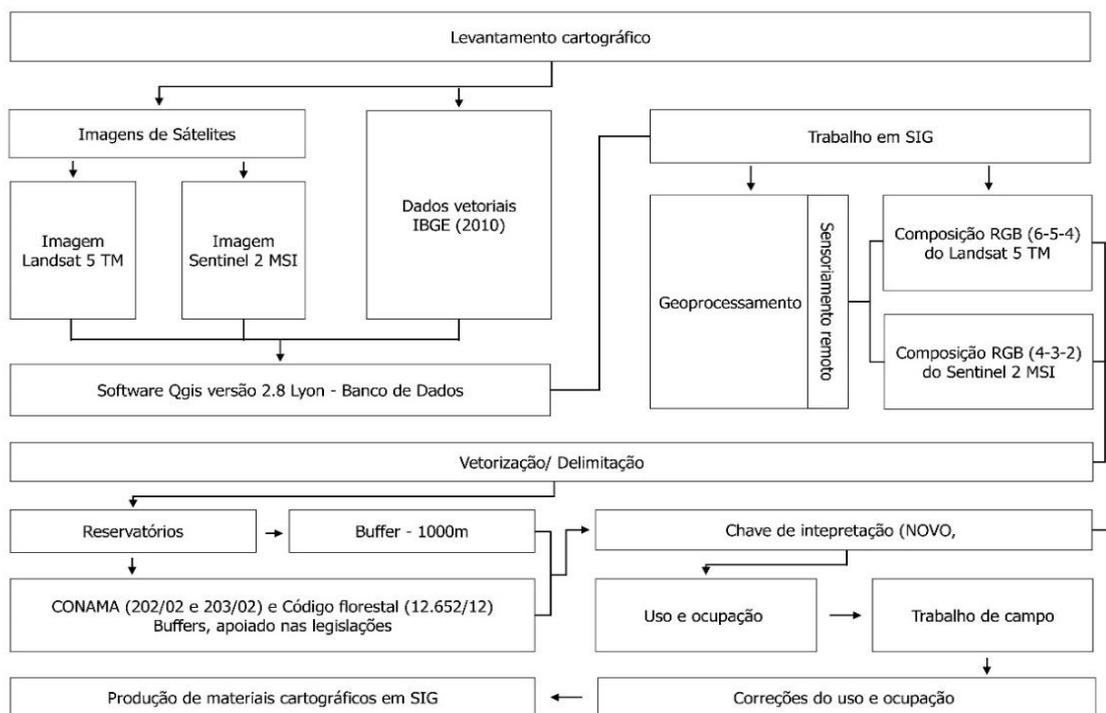


Figura 3 – Caminho metodológico da pesquisa. **Fonte:** Autores (2016).

Desta forma, a realização dos mapeamentos do uso e ocupação da terra nos reservatórios pesquisados foi realizada por métodos que se apoiam nos processos de extração de informações das cenas analisadas e classificadas em 6 classes (caatinga aberta, caatinga densa, área descoberta, corpos d'água, área urbana e pista de pouso de aeronaves), permitindo posteriormente a quantificação dos dados no plugin SCP algoritmo classification report.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base na quantificação do uso e ocupação da terra (Tabela 1) do reservatório 25 de Março (Figura 4, 7 e 11) e reservatório Dr. Pedro Diógenes Fernandes (Figura 7, 8 e 11), os dados revelaram que a classe Caatinga densa no reservatório 25 de Março obteve menor densidade de ocupação nas três delimitações analisadas, ou seja, 37,53 hectares (4,06%), 1,64 hectares (7,59%) e 3,77 hectares (6,60%). Com relação ao reservatório Dr. Pedro Diógenes Fernandes, observou-se que a classe Caatinga aberta representou a maior área de ocupação dos três espaços delimitados, ou seja, 1647,70 hectares (49,52%), 237,10 hectares (48,70) e 73,00 hectares (44,47%).

Tabela 1 - Área e porcentagem do uso e ocupação dos reservatórios.

Tipos de Classes	Reservatório 25 de março – 2017					
	Buffer (1000m)		Buffer APP (100m)		Buffer APP (30m)	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Caatinga aberta	314,90	34,14	10,25	47,15	20,33	35,58
Caatinga densa	37,53	4,06	1,64	7,59	3,77	6,60
Área descoberta	189,40	20,53	9,83	45,16	33,05	57,82
Área urbana	378,20	41,27	21,73	100	57,15	100
Total	920,03	100				
Tipos de Classes	Reservatório Dr. Pedro Diógenes Fernandes – 2017					
	Buffer (1000m)		Buffer APP (100m)		Buffer APP (30m)	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Caatinga aberta	1647,70	49,52	237,10	48,70	73,00	44,47
Caatinga densa	714,00	21,48	75,76	15,55	21,71	13,24
Área descoberta	935,30	28,12	171,50	35,22	65,53	39,93
Corpos d'água	26,54	0,79	2,50	0,53	3,871	2,36
Pista de pouso	2,76	0,09	486,86	100	164,111	100
Total	3.326,3	100				

Fonte: Autores. (2016).

A caatinga aberta constitui-se de remanescentes de mata nativa espaçadas no meio de estratos de herbáceas e solos expostos, no qual encontra-se presente tanto a jusante como a montante dos reservatórios pesquisados. Diante disso, percebe-se que a área na quadra chuvosa que atinge esse espaço (janeiro a junho), é utilizada na plantação de algumas espécies de leguminosas (Figura 5), tais como: feijão e milho, além do cultivo de sorgo o qual é utilizado para alimentação animal.

Verificou-se também, a expressiva área utilizada para abertura de loteamentos com a construção de residências nas proximidades do reservatório 25 de Março (Figura 6), sendo está área inserida na mancha urbana do município. No reservatório Dr. Pedro Diógenes Fernandes o uso das margens, está mais relacionado com as atividades de pecuária extensiva e culturas temporárias.

Desta maneira, o espaço delimitado nas três classificações no reservatório 25 de Março ocupa (34 ha, 14%; 47 ha, 15%, 35 ha, 58%) dos Buffers de (1000 m; 100 m; 30 m), enquanto o reservatório Dr. Pedro Diógenes Fernandes abrange (49 ha, 52%; 48 ha, 70%; 44 ha, 47%) das áreas pesquisadas.

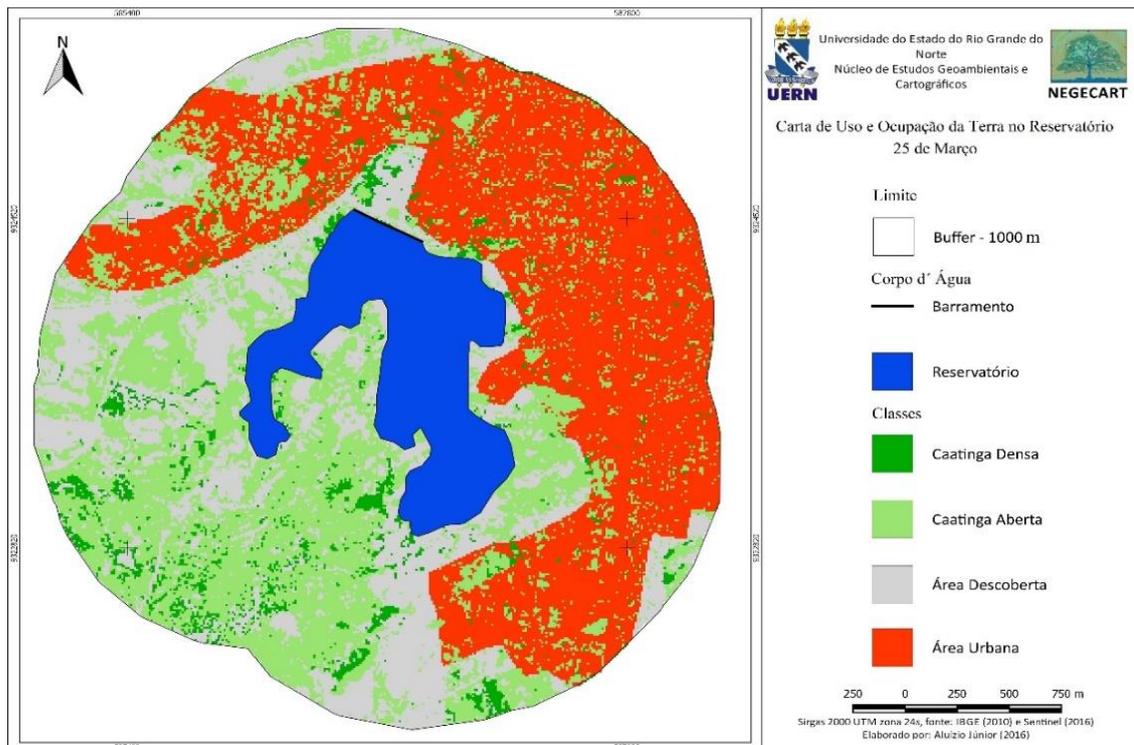


Figura 4 - Uso e ocupação do reservatório 25 de Março. **Fonte:** Autores (2016).

As diferenciações das predominâncias do uso e ocupação da terra nas margens destes dois reservatórios deve-se principalmente pelo histórico de cada um deles. O 25 de Março é o reservatório mais antigo e mais próximo da área urbana inicial do município, havendo com a expansão urbana a ocupação de suas margens, respeitando o limite definido pela faixa do vertedouro, embora no período seco a área interna do reservatório ainda seja utilizada para cultivo de culturas temporárias. O reservatório Dr. Pedro Diógenes Fernandes, de construção mais recente, tende a ter uma ocupação mais associada ainda às atividades rurais.



Figura 5 - Cultura temporária de milho.
Fonte: Arquivo de campo (2016).



Figura 6 - Residências nas proximidades.
Fonte: Arquivo de campo (2016).

Em relação a Caatinga densa no reservatório 25 de Março, notou-se que seu alto índice de desmatamento está vinculado ao desenvolvimento urbano, uma vez que, as transformações da mancha urbana do município estão se dando no estorno da bacia hidrográfica do reservatório. sendo assim observou-se que, a maior porção de remanescente de mata nativa se encontra no sudeste do reservatório (Figura 9), no qual as classes ocuparam (4 ha, 06%; 7 ha, 59%; 6 ha, 60%) das áreas totais pesquisadas.

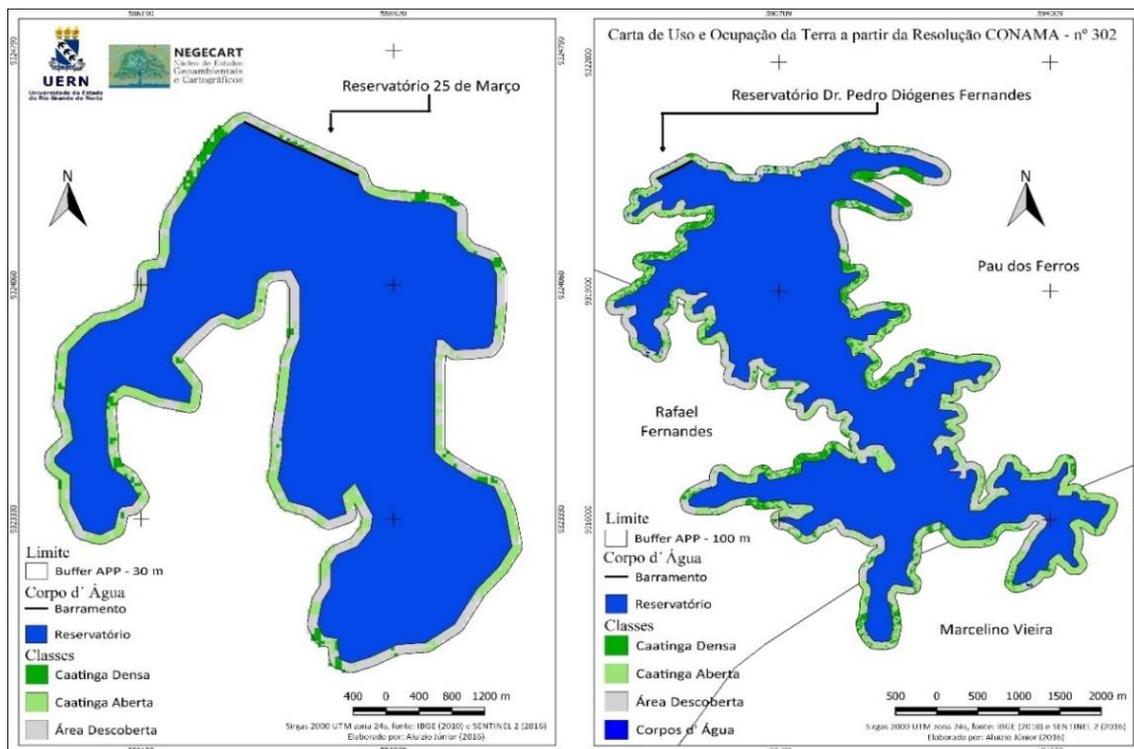


Figura 7 - Uso e ocupação dos reservatórios a partir da resolução CONAMA (302).

Fonte: Autores (2016).

O reservatório Dr. Pedro Diógenes Fernandes ainda contém considerável vegetação nativa, já que está localizado fora do raio de desenvolvimento urbano do município, todavia deve-se considerar também que, a razoável preservação está diretamente ligada as condições de preservação dos vales fluviais do manancial (Figura 10), por sua vez as áreas delimitadas de mata nativa representaram (21 ha, 48%; 15 ha, 55%; 13, 24%) da área estudada.

A presença de residências na área de estudo ainda é muito incipiente. Algumas casas antigas e outras mais recentes estão, no geral, alocadas a grandes distâncias. Alguns estabelecimentos de bares e restaurantes também se encontram nas margens, mas seguem a mesma tendência das residências. Esta face de relação turística, ainda é muito pouco significativa nas áreas de influência direta destes reservatórios, sendo de

pequena escala no reservatório Dr. Pedro Diógenes Fernandes, e inexistente no 25 de Março.

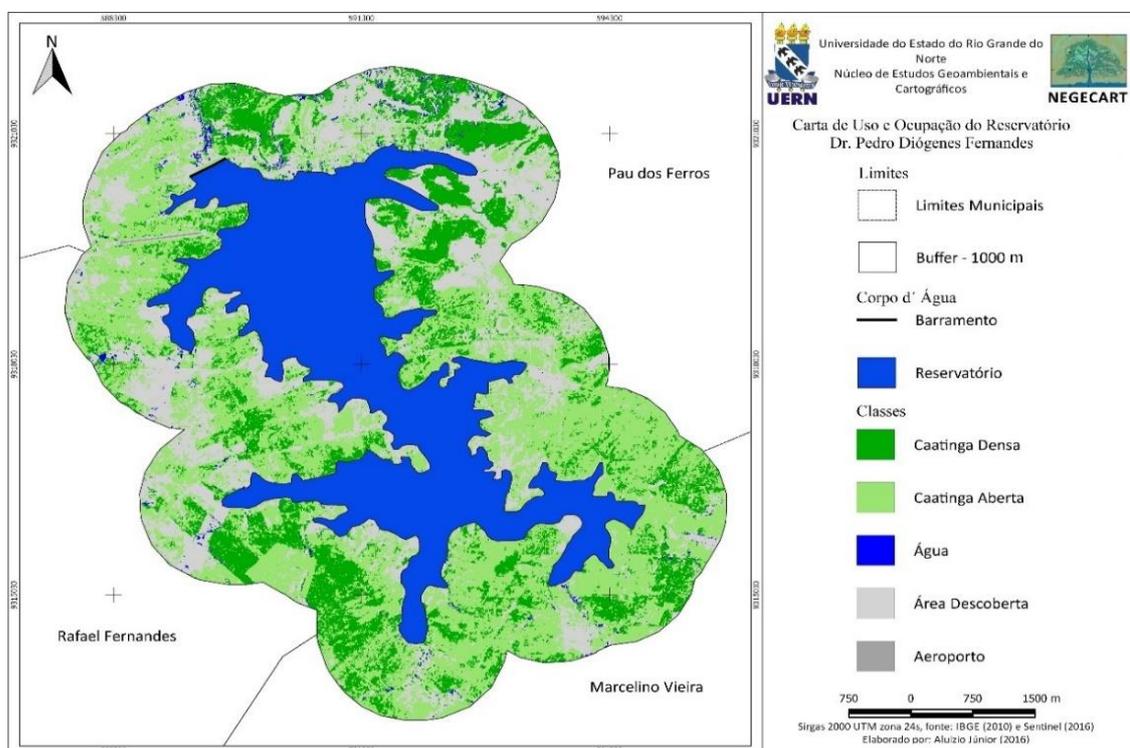


Figura 8 - Uso e ocupação do reservatório Dr. Pedro Diógenes Fernandes.
Fonte: Autores (2016).



Figura 9 - Caatinga densa 25 de Março.
Fonte: Arquivo de campo (2016).



Figura 10 - Vegetação nativa.
Fonte: Arquivo de campo (2016).

Outra influência significativa do uso e ocupação, refere-se às áreas com vegetação predominantemente herbácea. Tratam-se de áreas onde ocorrem a interação entre a exploração da lenha, associada às atividades de bovino, caprino e ovinoculturas que, durante a maior parte do ano se aplicam ao pastoreio, com complementação por

rações, e que fazem parte da paisagem de muitas vertentes às margens dos reservatórios.

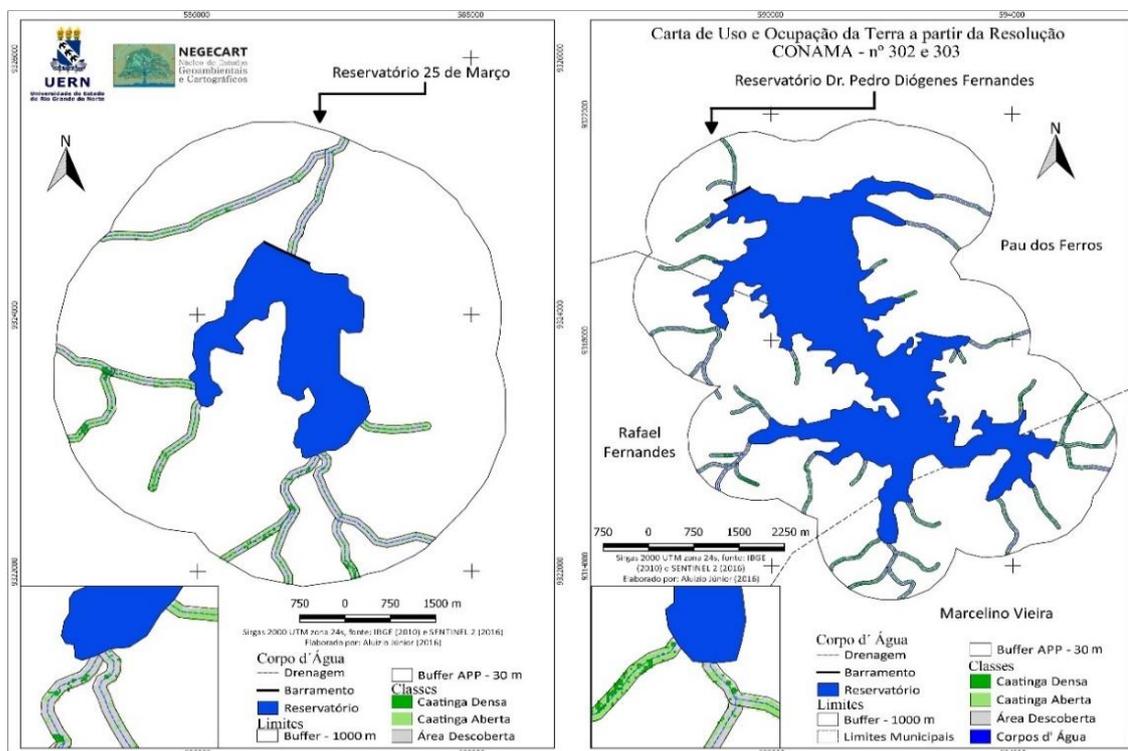


Figura 11 - Carta de uso e ocupação a partir da resolução CONAMA (302 e 303).

Fonte: Autores. (2016).

A área considerada descoberta no reservatório 25 de Março está ligada principalmente a exploração dos espaços, tendo como base o crescimento urbano do município (Figura 12), já que na margem de norte a sul do manancial, encontra-se abertura de loteamentos residenciais, o qual representa (20 ha, 53%; 45 ha, 16%; 57 ha, 82%) nas classificações. Contudo, o reservatório Dr. Pedro Diógenes Fernandes ocupa (28 ha, 12%; 35 ha, 22%; 39 ha, 93%) do espaço total pesquisado, por sua vez, notou-se que, o espaço descoberto está relacionado a exploração de solos utilizados na construção civil (Figura 13), além de terras abandonadas pela cultura temporária e extração de lenhas para o abastecimento de fornalhas de padarias.

A mancha urbana do município, concentrou-se de noroeste a sudeste do reservatório 25 de Março, ou seja, quase a totalidade da área do buffer de 1000 m, sendo assim, percebemos que, o crescimento municipal se deu a partir da bacia hidrográfica do manancial. Verificou-se também que, muitas das residências próximas do manancial estão susceptíveis a inundações (Figura 14), isto ocasionado pela proximidade das margens do reservatório. Desta maneira, o espaço urbano classificado representa (41 ha, 27%) da área total pesquisada, um valor muito significativo levando-se em consideração a história do reservatório.



Figura 12 - Construção de praça.
Fonte: Arquivo de campo (2016).



Figura 13 - Exploração de solo.
Fonte: Arquivo de campo (2016).



Figura 14 - Residências próximas do reservatório.
Fonte: Arquivo de campo (2016).

Por fim, as menores classificações foram no reservatório Dr. Pedro Diógenes Fernandes, sendo corpos d' água que totalizou (26, 54 ha, 0,79%; 2,50 ha, 0,53%; 3,871 ha, 2,36%) das áreas pesquisadas e pista de pouso que perfaz (2,76 ha, 0,09%) do espaço analisado que abrangeu somente o buffer de 1000 m. Diante disso, observa-se que os corpos d' água estão representados por pequenos barramentos de água destinados principalmente para a dessedentação animal, por sua vez, a pista de pouso é utilizada por pequenas aeronaves, não havendo grandes edificações ou outras áreas de maior influência, a não ser o aterro de um dos canais de drenagem no trabalho de construção da pista.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os dados obtidos foi possível identificar as principais formas de uso e ocupação da terra, a partir da imagem de média resolução espacial do satélite Sentinel 2, aliado ao processamento digital no software Qgis versão Lyon 2.12.3 no plugin de classificação supervisionada de imagens orbitais, no qual possibilitou alta precisão nas dimensões espaciais das classes trabalhadas.

Dentro deste contexto, conclui-se que a problemática do impacto ambiental na área pesquisada está vinculada as necessidades socioeconômicas e culturais no entorno dos reservatórios. Os resultados demonstraram que há possibilidades de uso sustentável, uma vez que a maioria das atividades de exploração e conservação permanecem em relativo equilíbrio, principalmente no reservatório Dr. Pedro Diógenes Fernandes. Entretanto, há a necessidade de planejar ações de conscientização da população, afim de preservar o meio físico natural. Sendo assim, esta pesquisa pode auxiliar no planejamento e na conservação do uso dos recursos naturais do entorno dos reservatórios.

Por fim, é necessário conhecer melhor a dinâmica do ecossistema dos reservatórios, tendo em vista o desenvolvimento municipal, uma vez que, podemos notar num futuro próximo o crescimento urbano nas margens dos mananciais, dando ênfase ao reservatório 25 de Março, no qual encontra-se quase totalmente inserido na mancha urbana do município, já o reservatório Dr. Pedro Diógenes Fernandes está inserido na principal franja de desenvolvimento do município, o qual futuramente, baseando-se na não aplicação das políticas públicas de preservação ambiental, o reservatório pode adentrar na totalidade do espaço de desenvolvimento urbano do município, e assim, apresentar novos indicadores de desequilíbrios ambientais.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. C. *A produção do espaço norte-rio-grandense*. 2 ed. Natal: Editora universitária, 1995.

BEZERRA JUNIOR, A.; GUEDES, J. A. Caracterização e análise do uso e ocupação da terra no entorno do reservatório Santana, Rafael Fernandes, RN. *Okara: Geografia em Debate* (UFPB), João Pessoa, v. 10, n. 3, p. 517-530, 2016. Disponível em: www.okara.ufpb.br/ojs/index.php/okara/article/download/28365/16852. Acesso em: 01 de jan, 2017.

BOSSLE, R. C. *QGIS e geoprocessamento na prática*. São José dos Pinhais: Editora Íthala, 2015.

BRASIL. *Lei n° 12. 651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 27 de dez. 2016.

BRASIL. *Resolução CONAMA n° 302 de março de 2002*. Brasília - DF. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=298>. Acesso em: 09 de ago. 2016.

BRASIL. *Resolução CONAMA n° 303 de maio de 2002*. Brasília - DF. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>. Acesso em: 12 de ago. 2016.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Conceitos básicos em ciência da geoinformação. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Org). *Introdução à ciência da informação*. São José dos Campos - SP: INPE, 2001. Cap.2, p.1-35.

CPRM. *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea*. Diagnóstico do município de Pau dos Ferros - RN. Recife, 2005.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L. G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. *Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico – econômico*. INPE, São José dos Campos, 1996.

DNOCS. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. *Ficha técnica do açude de Pau dos Ferros*. Fortaleza, 2018. Disponível em: https://www.dnocs.gov.br/php/canais/recursos_hidricos/fic_tec_reservatorio.php?codigo_reservatorio=160&descricao_reservatorio=A%E7ude+Pau+dos+Ferros. Acesso em: 10 de set. 2016.

FLORENZANO, T. G. Sensoriamento Remoto para Geomorfologia. In: *Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de textos, 2008. Cap.2, p.35 - 102.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo demográfico 2010*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em 02 jan. 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual Técnico de Uso da Terra*. 3 ed. Rio de Janeiro: 2013.

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. *Perfil do seu Município – Pau dos Ferros*. Natal, v.10, p. 01 – 23, 2008. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC00000000013919.PDF>. Acesso em: 20 de jul. 2016

JENSEN, J. R. *Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres*. Tradução de José Carlos Neves Epiphanyo et al. São José dos Campos: Parêntese, 2019.

LANG, S.; BLASCHKE, T. *Análise da paisagem com SIG*. São Paulo: Oficina de Texto, 2009.

MOLLE, F.; CADIER, E. *Manual do pequeno açude*. Recife: SUDENE, 1992.
NOVO, E. M. L. M. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

PARANHOS FILHO, A. C.; MIOTO, C. L.; MARCATO JUNIOR, J.; CATALANI, T. G.
T. *Geotecnologias em aplicações ambientais*. Campo Grande: Ed. UFMS, 2016.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia aplicada. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, v. 16, p. 81-90, 2005. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47288/51024>. Acesso em: 10 de jan. 2017.
ROSA, R. *Introdução ao sensoriamento remoto*. Uberlândia: Ed. UFU, 2007.

ROSS, J. L. S. Análise e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. *Revista do Departamento de Geografia (USP)*, São Paulo, v.9, p.65-75, 1995. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53692>. Acesso em: 10 de jan. 2016.

SANTOS, R. F. *Planejamento Ambiental: teoria e prática*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SEMARN – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. *Ficha técnica do reservatório de 25 de Março*. Disponível em: <http://servicos.searh.rn.gov.br/semarn/sistemadeinformacoes/consulta/cResFichaTecnica.asp?IdReservatorio=7>. Acesso em: 28 de jun. 2016.

XAVIER-DA-SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. *Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

TUNDISI, J. G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (Ed.). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. 2 ed. Botucatu: FUNDIBIO, 2007. 800 p. Cap.1, p.19-38.