

AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE PRESSÃO ANTRÓPICA NA ZONA DE AMORTECIMENTO DO RESERVATÓRIO CAIÇARA (MARCELINO VIEIRA-RN/BR)

EVALUATION OF ANTHROPIC PRESSURE INDEX AT BUFFER ZONE OF THE CAIÇARA RESERVOIR (MARCELINO VIEIRA-RN/BR)

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE PRESIÓN ANTROPICA EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DEL DEPÓSITO DE CAIÇARA (MARCELINO VIEIRA-RN/BR)

<https://doi.org/10.26895/geosaberes.v14i0.1225>

ALUIZIO BEZERRA JÚNIOR ^{1*}
JOSIEL DE ALENCAR GUEDES ²
AGASSIEL DE MEDEIROS ALVES ³

¹ Mestre, Programa de pós-graduação em Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN).
Campus Central, CEP: 59610-090, Mossoró (RN), Brasil, Tel.: (+55 84) 99618.0668, aluizojunior@outlook.com,
<http://orcid.org/0000-0003-4455-6935>

* Autor correspondente

² Professor, Programa de pós-graduação em Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN).
Campus Assú, CEP: 59650-000, Assú (RN), Brasil, Tel.: (+55 84) 9431.1254, josielguedes@uern.br,
<http://orcid.org/0000-0001-6436-563X>

³ Professor, Departamento de Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN).
Campus Pau dos Ferros, CEP: 59900-000, Pau dos Ferros (RN), Brasil, Tel.: (+55 84) 9664.9724, agassielalves@uern.br,
<http://orcid.org/0000-0001-5045-6442>

Histórico do Artigo:

Recebido em 09 de Outubro de 2023.

Aceito em 21 de Outubro de 2023.

Publicado em 22 de Outubro de 2023.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi classificar e analisar o uso e cobertura da terra em série multitemporal na zona de amortecimento, no intuito de gerar o mapeamento, enquanto o Índice de Pressão Antrópica (IPA). Como caminho aos procedimentos, foram aplicadas técnicas e métodos de Geoprocessamento e de Sensoriamento Remoto no SIG Qgis® versão 3.4 Madeira, a fim de realizar elaboração do uso e cobertura da terra e classificação do IPA. O resultado mostrou a diversidade de uso da terra, assim como possibilitou interpretar a fragmentação das classes e, também, oportunizou conhecer os parâmetros de pressão antrópica. Por fim, concluiu-se que há necessidade de se manter o estado de conservação e de preservação da área com baixo grau de intervenção humana, bem como de recuperar a área muito degradada, possibilitando, assim, o gerenciamento e a gestão da reserva e de sua zona de amortecimento.

Palavras-chave: Reservatório. Zona de amortecimento. Uso e cobertura da terra. Pressão antrópica.

ABSTRACT

The objective of this research was to classify and analyze land use and land cover in a multitemporal series in the buffer zone, in order to generate the mapping while the Anthropic Pressure Index (API). As a path to the procedures, techniques and methods of Geoprocessing and Remote Sensing were applied in the SIG Qgis® version 3.4 Madeira, with the objective of carrying out elaboration of land use and coverage and IPA classification. The result showed the diversity of land use, as well as made it possible to interpret the fragmentation of the classes and made it possible to know the parameters of anthropic pressure. Finally, it was concluded that there is a need to maintain the state of conservation and preservation of the area with a low degree of human intervention, as well as to recover the very degraded area, thus making it possible to manage the reserve and the buffer zone

Keywords: Reservoir. Buffer zone. Land use and coverage. Anthropic pressure.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue clasificar y analizar el uso del suelo y la cobertura del suelo en una serie multitemporal en la Zona de amortiguamiento, con el fin de generar el mapeo mientras el Índice de Presión Antrópica (IPA). Como camino a los procedimientos, se aplicaron técnicas y métodos de Geoprocesamiento y Teledetección en el SIG Qgis® versión 3.4 Madeira, con el objetivo de realizar la elaboración del uso y cobertura del suelo y clasificación IPA. El resultado mostró la diversidad de usos del suelo, además de permitir interpretar la fragmentación de las clases y conocer los parámetros de presión antrópica. Finalmente, se concluyó que existe la necesidad de mantener el estado de conservación y preservación del área con un bajo grado de intervención humana, así como recuperar el área muy degradada, posibilitando así el manejo de la reserva y el amortiguador zona.

Palabras clave: Embalse. Zona de amortiguamiento. Uso y cobertura del suelo. Presión antrópica.

INTRODUÇÃO

A escassez do recurso água no semiárido – e mesmo sua má distribuição – implica na necessidade de se buscar soluções que garantam o desenvolvimento da região, as quais estão, comumente, associadas à construção de grandes, médios e pequenos reservatórios (MOLLE; CADIER, 1992; MOLLE, 1994). Embora essas infraestruturas possibilitem o abastecimento para os sertanejos e também viabilizem atividades econômicas (CIRILO, 2008), no decorrer do tempo, as pressões socioambientais modificaram as condições ecossistêmicas da bacia hidráulica e de seu entorno.

Assim, as condições no entorno dos reservatórios e suas características técnicas de construções funcionam sob circunstâncias instáveis e geralmente são determinadas por processos antropogênicos ou, até mesmo, por ações de gerenciamento e de gestão (ARAÚJO, 2012). Na perspectiva de Tundisi, Matsumura-Tundisi e Tundisi (2008), é essencial conhecer os usos múltiplos dos recursos ambientais, a fim de se determinar as complexas interações dessas reservas entre água e terra no âmbito do sistema hidrográfico, bem como sua adequada gestão e gerenciamento, para, então, saber qual a melhor forma de acesso e de uso do recurso (TUNDISI, 2007).

Para tanto, os desafios para se conservar e preservar o ecossistema dos recursos hídricos em reservatórios, especialmente no semiárido, envolvem efetivar planos e ações que desencadeiem em uma gestão e gerenciamento adequado dos recursos hídricos e suas áreas de influência. Essa prática espacial é regida pela Lei nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e atualmente constitui a base legal para implantação dos Planos Estaduais de Recursos Hídricos (PERH), dispositivo jurídico que se coaduna com a Lei nº 12.651/12, ou seja, o Código Florestal, e também com as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (REBOUÇAS, 1997). Dispositivos estes que levam, assim, a direcionar as formas de gestão e de gerenciamento das reservas e de seus entornos.

O reservatório Caiçara, objeto da presente pesquisa, foi construído principalmente para o abastecimento humano a jusante e a montante, bem como para a dessedentação animal e para atividades agropecuárias extensivas (DNOCS, 2019; SEMARN, 2019). As transformações na área de amortecimento desse manancial evidenciam que é preciso analisar a pressão antrópica de modo a considerar as formas de uso e a cobertura da terra que alteraram as condições ambientais e, muitas vezes, contribuíram efetivamente para o desequilíbrio ambiental.

Assim, há a necessidade de se identificar as pressões na zona de amortecimento e obter respostas, por exemplo, às seguintes indagações: Quais as principais formas de uso e cobertura da terra? Qual o nível de pressão antrópica? Tendo em vista estes questionamentos, este estudo poderá vir a contribuir para que haja a recuperação ambiental e, nesse sentido, definir a resistência do ambiente, bem como auxiliar no desenvolvimento sustentável do reservatório e também de seu entorno. Então, o Índice de Pressão Antrópica (IPA) surge como uma possível

forma de identificar, avaliar e monitorar as alterações no ambiente. Esse índice, segundo Santos e Gomide (2015), configura uma alternativa para quantificar a pressão antrópica, o que permite conhecer o grau de antropização específico.

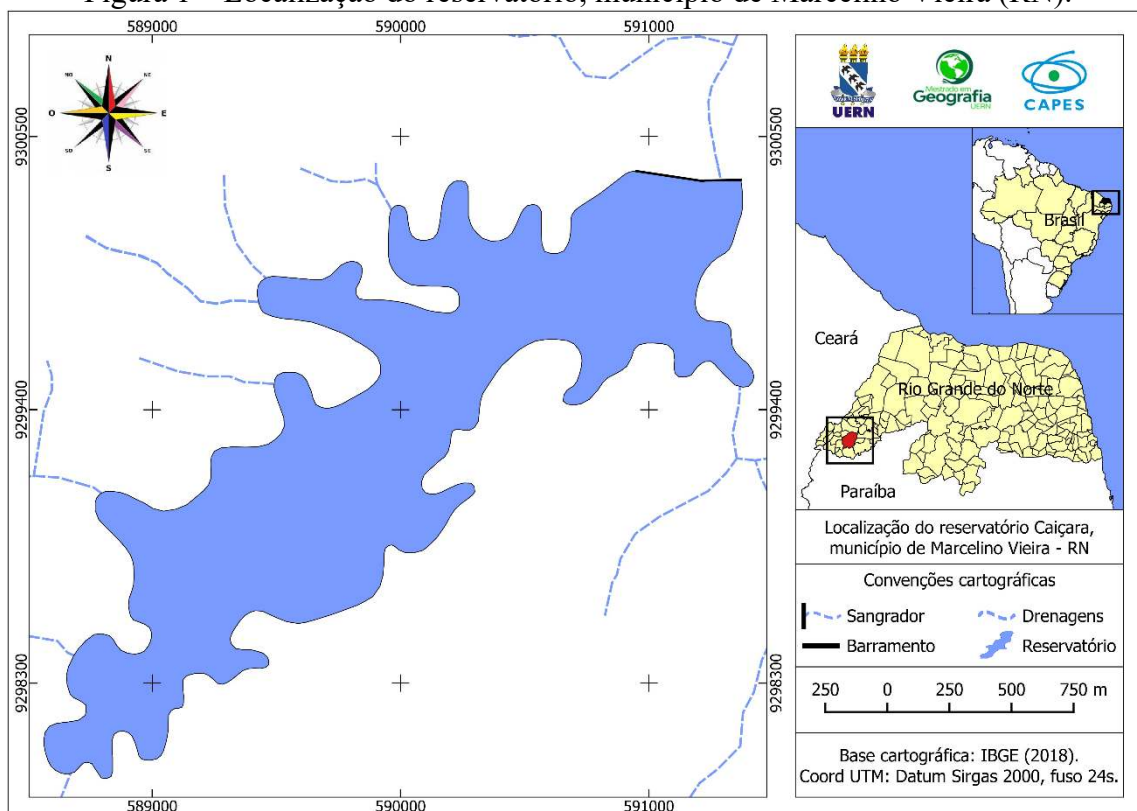
Portanto, o objetivo da pesquisa é mapear o IPA na zona de amortecimento do reservatório, utilizando-se da sobreposição das classificações multitemporais do uso e cobertura da terra, no intuito de fornecer dados para uma melhor tomada de decisão e de possibilitar ações de gestão e gerenciamento

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O reservatório Caiçara (Figura 1) encontra-se localizado no município de Marcelino Vieira, na porção Oeste do estado do Rio Grande do Norte (IDEMA, 2008), situado entre as coordenadas planas 588368 S / 9297702 W e 591756 S / 9297702 W. Possui capacidade máxima de 11.200.125,00m³ de armazenamento de água, com volume morto de 1.086.625,00m³ (SEMARH, 2019), ocupando área de 2,18km² do território municipal (DNOCS, 2019).

Figura 1 – Localização do reservatório, município de Marcelino Vieira (RN).



Fonte: IBGE (2018). Elaborado pelos autores (2019).

Essa reserva hídrica foi construída em um convênio entre o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), em ação conjunta do Programa Recursos Hídricos, promovido pelo Governo Federal; atualmente, é administrado pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH). O início da construção se deu em 1978, com conclusão em 1981; em meio à seca ocorrida em 2012 na região, de 2015 a 2016 foi realizada manutenção da barragem principal, sob responsabilidade da Secretaria Municipal de Obras e Urbanismo (DNOCS,

2019). As características técnicas e hidráulicas (Tabela 1) estão relacionadas à sua finalidade de atendimentos usos múltiplos.

Tabela 1 – Características hidráulica do reservatório Caiçara.

Bacia hidráulica	
Capacidade máxima (m³)	11.200.125,00
Volume morto (m³)	1.086.625,00
Barragem principal	
Tipo	Terra compactada
Altura máxima (m)	12.6
Extensão do coroamento (m)	360
Largura do coroamento (m)	5
Tomada d'água	
Tipo	Galeria tubular s/ Torre comando
Comprimento (m)	53
Descarga (m³/s)	0.2
Sangrador	
Tipo	Perfil CREAGER
Descarga (m³/s)	475
Cota de soleira (m)	0.2
Lâmina máxima (m)	2
Volume de corte (m³)	8.515,8

Fonte: SEMARH (2019). Elaborado pelo autores (2019).

No tocante ao sistema hidrográfico, a reserva é formada pelo represamento transversal dos riachos Albuquerque e Barro Preto, que são canais de regime intermitente e padrão de drenagem dendrítica, fazendo parte do alto e médio curso superior do Rio Apodi-Mossoró (CARVALHO; KELTING; SILVA, 2011). A capacidade atual do reservatório alcança 78,19% do volume útil da lâmina d'água, o que representa 8.757.300,00m³ da capacidade total de armazenamento, referente ao período de 17 de julho de 2020 (SEMARH, 2019).

Procedimentos metodológicos e técnicos

A metodologia foi fundamentada na classificação do uso e cobertura da terra (IBGE, 2013), para posterior aplicação do IPA (SANTOS; GOMIDE, 2015), que realiza a integração das classes de uso e cobertura prevendo a espacialização da pressão antrópica. Na etapa de análise e processamento de dados, foi utilizado o *software* Qgis®, versão 3.4 Madeira, apoiado em técnicas e em métodos de Geoprocessamento e de Sensoriamento Remoto.

As imagens de satélites obtidas foram: LANDSAT 5, órbita 216, ponto 64, sensor TM (*Thematic Mapper*), com resolução espacial de 30m, e SENTINEL 2, órbita 17967, ponto 95, sensor MSI (*Multispectral Instrument*), com resolução espacial de 10m, disponibilizadas pela USGS (*United States Geological Survey*) e ESA (*European Space Agency*), respectivamente. Para a escolha da imagem LANDSAT 5 TM, utilizou-se o critério de maior volume hídrico do reservatório, que corresponde ao ano de 2008 (13/maio); já as imagens multitemporais do SENTINEL 2 MSI, diz respeito aos anos de 2015 (26/dez.), 2016 (30/dez.), 2017 (07/dez.), 2018 (27/dez.) e 2019 (16/dez.); o critério utilizado foi a menor interferência atmosférica de nuvens.

Nas imagens foram aplicadas as técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI), executadas nas rotinas de pré-processamento, o que possibilitou diminuir as distorções geométricas, as calibrações radiométricas e as remoções de ruído das imagens (ROSA, 2008; NOVO, 2010; FLORENZANO, 2011; JENSEN, 2011). Posteriormente, realizou-se a

composição colorida nas bandas RGB/234 do Sensor TM, LANDSAT 5, visando à delimitação da bacia hidráulica do reservatório. Para a determinação da zona de amortecimento, ancorou-se na ferramenta *Buffer* um *offset* de 1000m a partir da bacia hidráulica do reservatório, tendo sido utilizada no recorte da área pesquisada.

Para o processamento do uso e cobertura da terra, utilizou-se o método de classificação automática supervisionada no *plugin* SCP (*Semi-Automatic Classification Plugin*), por meio do classificador Máxima Verossimilhança (MaxVer), também conhecido como *Maximum Likelihood*, para qual o valor do limiar deve ser, no mínimo, 100. A fim de auxiliar na identificação das classes de treinamento, foi aplicada a técnica da chave de interpretação proposta por Novo (2010), Jensen (2011) e Florenzano (2013), a qual busca estabelecer critérios para identificar as classes de uso e cobertura da terra. Os critérios empregados foram: a tonalidade/cor, textura, padrão, localização, forma, sobra e tamanho.

No que se refere à interpretação das classes, foram adotadas as composições falsa-cor RGB/324, RGB/348 e RGB/384 do sensor MSI, SENTINEL 2, tendo sido alternadas as composições para identificar e estabelecer os critérios executados. Na classificação das imagens multitemporais, optou-se por utilizar o sistema de classes proposto no Manual Técnico de Uso da Terra, do IBGE (2013), nível II (subclasses) – o qual sugere as seguintes classes: Culturas Temporárias, Área Florestal, Área Campestre, Águas Continentais, Área Descoberta e Nuvem, as quais foram observadas no reconhecimento de campo realizado em dezembro de 2019 –, aliado à coleta de Pontos de Controle Terrestres (PCTs), que auxiliou nas correções do pós-processamento.

No processo de validação, empregou-se a estatística de concordância dos índices Kappa (COHEN, 1960), Tau (KLECKA, 1980) e de Exatidão Global (HELLDEN; STERN, 1980), tendo sido aplicada em 500 amostras, utilizando-se o tamanho do *pixel* como referência na distribuição multinomial e considerando somente a área de 1000m da zona de amortecimento, com tipo de amostragem estratificada, de maneira que forneceu uma matriz de confusão com um mínimo de 50 amostras para cada grande classe (CONGALTON, 1991; CONGALTON; GREEN, 1999); em seguida, calculou-se a percentagem das classes por meio da calculadora de campo do SIG, também, aplicou-se cálculo de variação percentual.

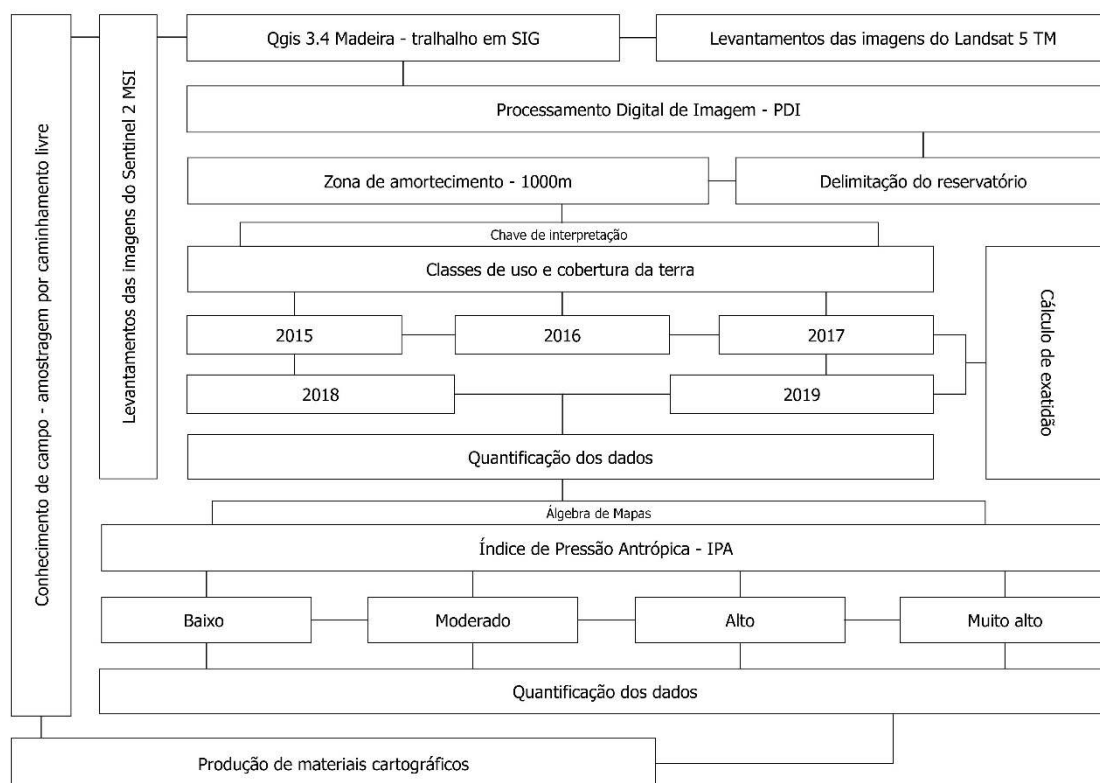
Posteriormente, foram adaptados os procedimentos metodológicos do IPA – os quais foram utilizados por Santos e Gomide (2015) e também por Santos, Nunes e Santos (2018), – visando classificar a pressão antrópica em função das modificações do uso e cobertura da terra. Para a realização do cálculo do IPA, é necessário atribuir pesos nas classificações, os quais foram estimados considerando-se a capacidade de impacto de cada classe. O estabelecimento dos pesos adequou-se à variabilidade do ambiente, de maneira que foram atribuídos valores 1 a 10, em que: 1 indica a menor pressão, e, 10, a maior. Os pesos das classes foram distribuídos da seguinte forma: 10 = Culturas Temporárias; 1 = Área Florestal; 5 = Área Campestre; 5 = Águas Continentais; 10 = Área Descoberta; e 1 = Nuvem.

Na operação da álgebra de mapas, aplicou-se a equação (1): $IPA = \sum (Ci * Pc + Ci * Pc) / Nc$. Em que: IPA é o Índice de Pressão Antrópica; Ci é a Classe identificada; Pc é o Peso da classe; e Nc é o Número de classe. A equação computada permitiu relacionar as classificações multitemporais do uso e cobertura da terra com seus respectivos pesos, realizando a integração dos dados e obtendo-se o mapa síntese. Procedeu-se, então, à nomenclatura do índice, considerando os valores de *Natural Breaks* de Jenks (1977) para 4 parâmetros, a saber: baixo (1 – 2,5); moderado (2,5 – 5); alto (5 – 7,5); e muito alto (7,5 – 10). Esse método de quebra, foi desenvolvido por Jenks (1977), a fim de estabelecer um novo método para ajustar os limites não normais e não uniformes. Logo após, houve a quantificação dos parâmetros, depois aplicou-se o cálculo de variação percentual.

Todas as bases de dados, vetorial e matricial, foram registradas no sistema de projeção UTM (Universal Transversa de Mercator), no *Datum* SIRGAS 2000 (Sistema de Referência

Geocêntrico para as Américas – 2000), meridiano central 39, fuso 24, hemisfério Sul; os mapeamentos cartográficos foram confeccionados no compositor do *software*. Os processos realizados encontram-se esquematizados no fluxograma (Figura 2) como forma de nortear a organização do caminho metodológico trilhado.

Figura 2 – Fluxograma metodológico do IPA.



Fonte: Elaborado pelo autores (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização e análise multitemporal do uso e cobertura da terra

Os dados de uso e cobertura da terra na zona de amortecimento do reservatório referente aos anos de 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019 (Tabela 2) evidenciam que as classificações obtiveram variações de uso no intervalo de tempo da pesquisa, fato relacionado às múltiplas acepções de uso da terra, o que faz da zona de amortecimento uma área potencial em impactos negativos.

Tabela 2 – Evolução do uso e cobertura na zona de amortecimento do reservatório.

Classes de uso e cobertura	2015 ha	2016 ha	2017 ha	2018 ha	2019 ha
Culturas Temporárias	7,86	25,02	9,36	36,50	54,54
Área Florestal	272,89	297,07	344,88	318,50	375,74
Área Campestre	491,12	510,29	446,12	366,83	345,15
Águas Continentais	1,43	0,00	0,00	5,78	7,03
Áreas Descobertas	475,06	420,40	446,96	525,17	470,32
Nuvem	4,42	0,00	5,46	0,00	0,00
Total	1.252,78	1.252,78	1.252,78	1.252,78	1.252,78

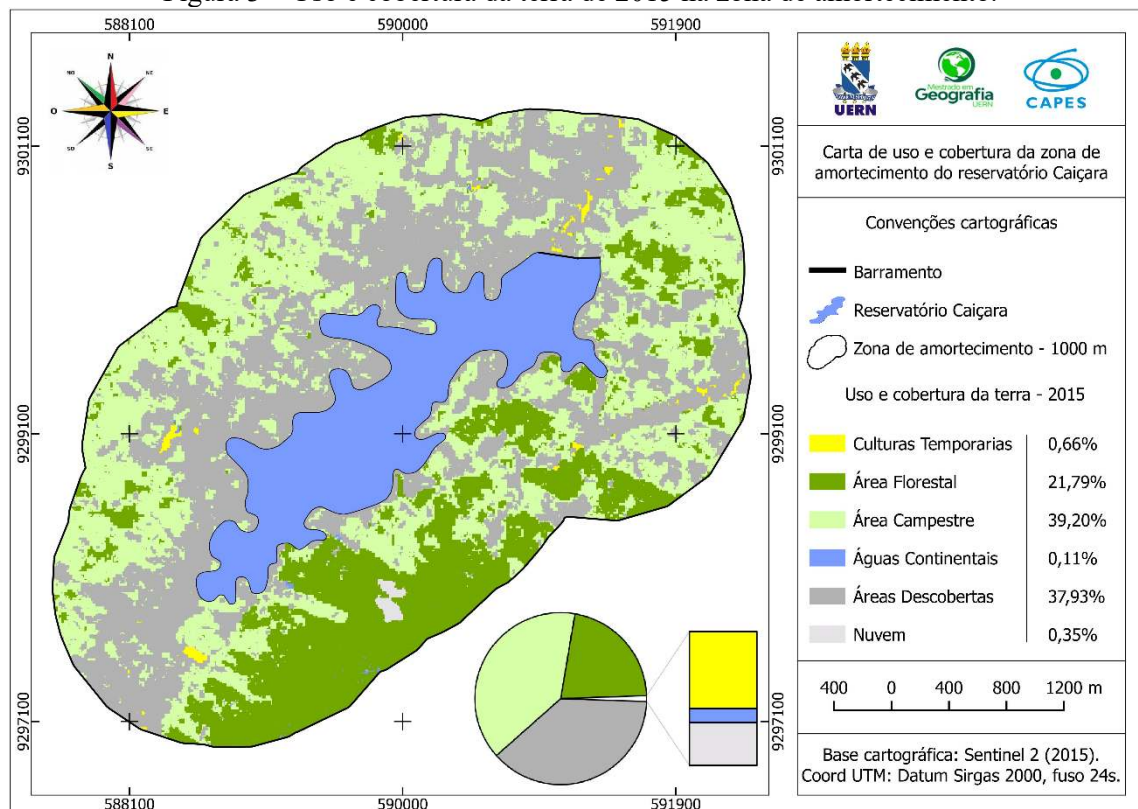
Fonte: Elaborado pelo autores (2019).

Verifica-se que, no período de 2015 (Figura 3), a classe Área Campestre ocupou 491,12 ha – o que representa 39,20% da zona de amortecimento; seguida pela Área Descoberta, com 475,06ha – o que corresponde a 37,93%; e Área Florestal representando 272,89ha – o que equivale a 21,79%. As classes Área Campestre e Área Descoberta ocorreram de norte a sul, representando parte das ações antrópicas no ambiente sob múltiplas acepções de uso e cobertura, corroborando, por exemplo, os estudos de Costa, Guedes e Rocha (2014) e também os de Brito e Guedes (2016) em reservatórios no semiárido potiguar. Por outro lado, a classe Área Florestal obteve maior frequência em sudeste, estando relacionada à alta declividade da Serra do Panati, que varia de fortemente ondulado a montanhoso, o que dificulta ações antrópicas, segundo Almeida e Alves (2014) apontam. Essa porção territorial é constituída, principalmente, por declividade superior a 45°; há, também, cota altimétrica de 600m.

As menores classes foram as Culturas Temporárias, com 7,86ha – que corresponde a 0,62%; acompanhada por Águas Continentais, com 1,43ha – que equivale a 0,11% da área pesquisada; e há ainda a classe Nuvem, que ocupa 0,35%, com 4,42ha. Essas classes correspondem ao total de 0,73%, fato relacionado às formas de uso da área, exceto a classe Nuvem, que representa a condição atmosférica registrada na passagem do satélite. De acordo com Salgado *et al.* (2019), a nebulosidade impacta diretamente na análise visual das classes, pois pode limitar as informações para algumas áreas.

Para a matriz de confusão em 2015, foram observados valores de concordância de 0,94 na Exatidão Global, em contrapartida, os índices Kappa e Tau obtiveram 0,91 e 0,89 em desempenho global. O Kappa apresentou excelente resultado na classificação de Landis e Koch (1977) e na de Congalton e Green (1999).

Figura 3 – Uso e cobertura da terra de 2015 na zona de amortecimento.



Fonte: Elaborado pelo autores (2019).

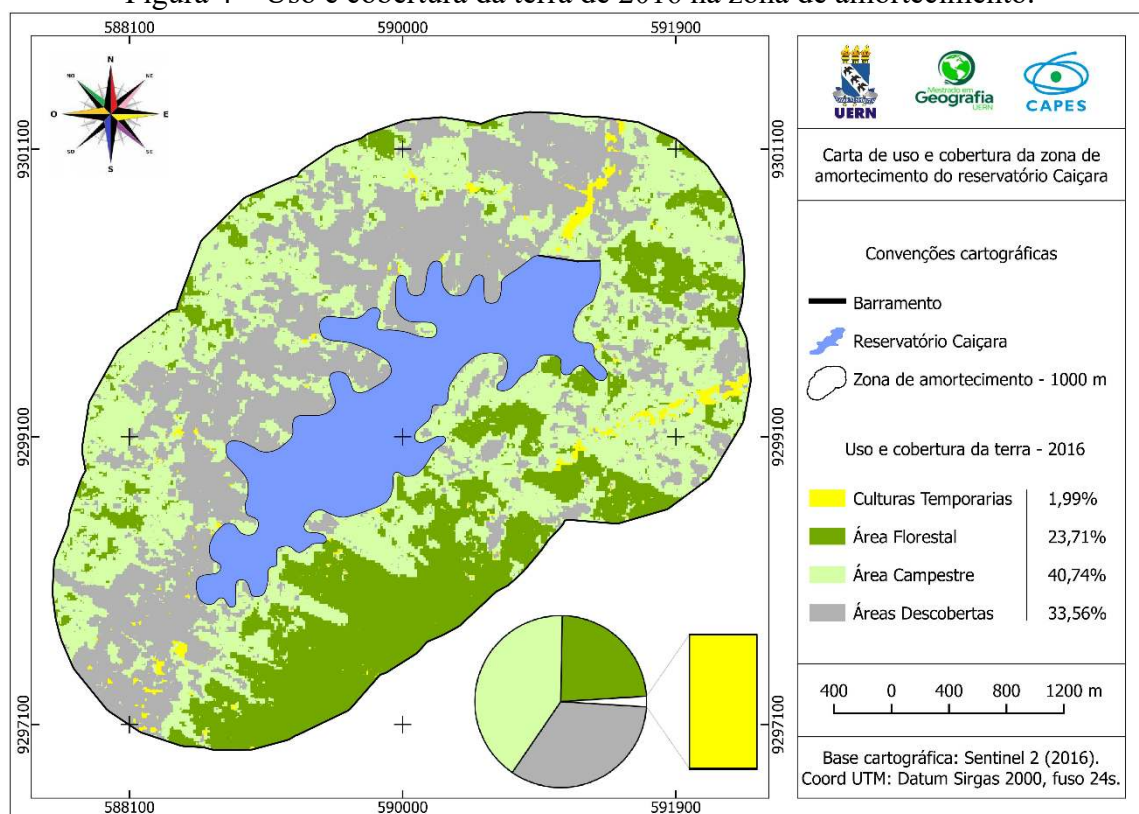
Referente a 2016 (Figura 4), as classes Área Campestre, Área Descoberta e Área Florestal apresentaram as maiores classificações, correspondendo a 98,01% e 1.227,76ha da área total;

o valor individualizado das classes representou 510,29ha, ou seja, 40,74% da área, seguido de 420,40ha, atingindo 33,56%, e 297,07ha, o que equivale a 23,71% da zona de amortecimento. As classes supracitadas ocorreram em sentido de norte a sul, em especial, no sentido oeste para as classes Área Campestre e Área Descoberta. Essa dinâmica espacial das classes pode ser verificada, por exemplo, nos estudos apresentados por: Bezerra Júnior e Guedes (2016); Freitas e Guedes (2018); e Costa, Freitas e Guedes (2019). Nesse sentido, é possível afirmar que essas classes reproduzem as características comuns de uso da terra nas margens de reservatórios.

Em relação à classe Culturas Temporárias, esta obteve 25,02ha, o que compreende 1,99% da área total. Tal classe é caracterizada pela distribuição de norte a sul, principalmente, ao sul e leste, lugares dos tributários dos riachos Albuquerque e Barro Preto, o que representa as porções territoriais no cultivo de vazante, sendo estas áreas favoráveis ao plantio, seja para a alimentação animal, seja para a humana (FREITAS; SILVA; GUEDES, 2020).

A concordância de 2016, por meio do cálculo da matriz de confusão, obteve 0,96 de valores na Exatidão Global; para o índice Kappa, o valor representou 0,94; já na classificação do índice Tau, apresentou 0,93. O desempenho do índice Kappa foi excelente para os níveis de classificação de Landis e Koch (1977) e de Congalton e Green (1999).

Figura 4 – Uso e cobertura da terra de 2016 na zona de amortecimento.



Fonte: Elaborado pelo autores (2019).

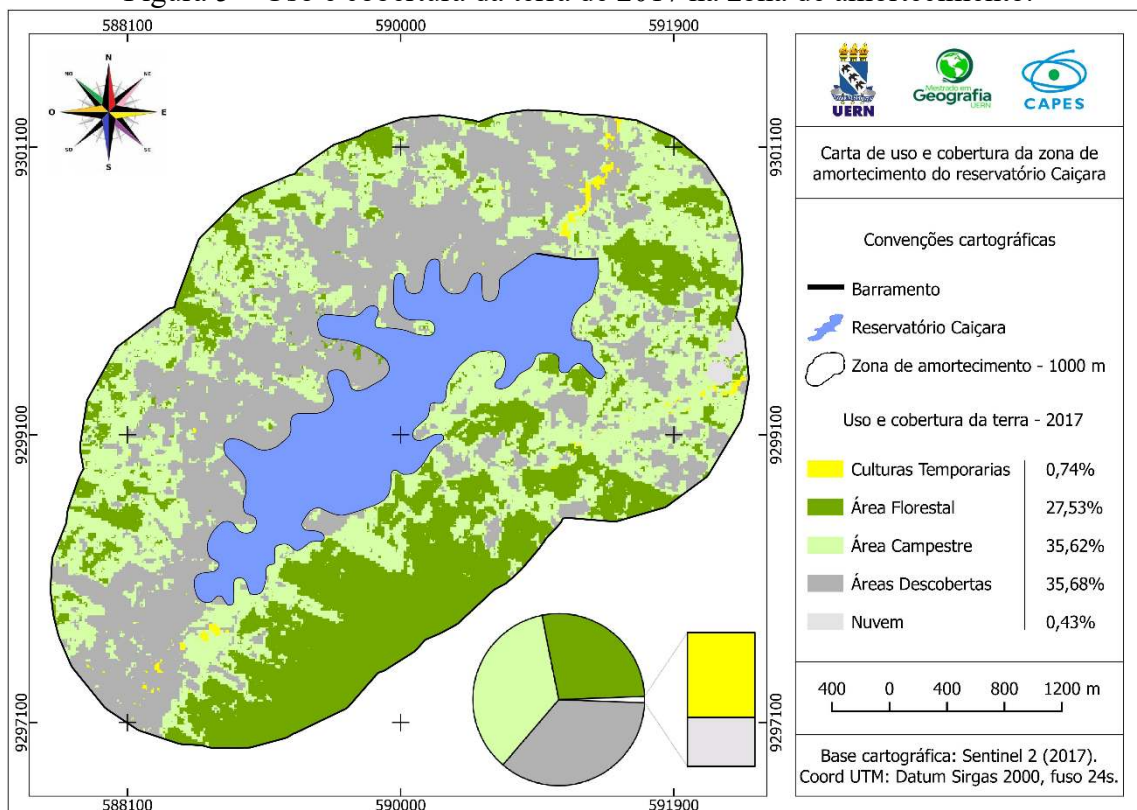
No tocante a 2017 (Figura 5), quando comparado a 2015 e 2016, dentre as classes observam-se variações na distribuição espacial, especialmente em relação às classes Florestal, Campestre e Área Descoberta, e, com menor proporção, à Cultura Temporária. A classe Florestal de 2017 obteve 344,88ha, o que representa 27,53%, se comparada aos anos de 2015 e 2016, quando apresentou incremento de 71,99ha e 47,81ha, teve variação de 20,87% e de 13,86%, respectivamente. Essa recomposição de área, conforme salientam Freitas, Guedes e Costa (2016), significa importante contribuição para a proteção das matas naturais, constituindo fato relevante para a qualidade ambiental.

A classe Área Campestre, em 2017, alcançou 446,12ha (35,62% da área), com redução de 45ha e variação de 10,08% se comparada a 2015; já na comparação com o período de 2016, houve um decréscimo de 64,17ha, com variação de 14,38%. A Área Descoberta, referente ao ano de 2017, corresponde a 446,96ha, atingindo 35,68% em área total; contudo, na comparação com 2015, houve diminuição de 28,1ha (6,28% em área) e acréscimo de 26,56ha, com 5,94%, no comparativo de 2016 e 2017. Na menor classe, pode-se afirmar que 2017 apresentou, na comparação com 2015, em relação à classe Culturas Temporárias, um aumento de 1,5ha, o que representa 16,02% da área total; por outro lado, na comparação de 2017 com o ano de 2016, houve uma redução de 15,66ha, o que corresponde a 167,30% de área total.

As classes supracitadas ocorreram no sentido de norte a sul nas maiores classificações e, em menor proporção, no sentido leste e norte para as Culturas Temporárias. Na ótica de Leite e Rosa (2012), as porções territoriais de ações antrópicas representam as múltiplas acepções do uso e cobertura da terra em seus aspectos negativos; é possível afirmar, então, que esses espaços são constantemente alterados pela dinâmica da área pesquisada.

O processo de concordância de Exatidão Global na classificação gerou desempenho de 0,93, superando os índices Kappa e Tau, de 0,90 e 0,91, respectivamente. Segundo Landis e Koch (1977), bem como Congalton e Green (1999), o índice Kappa, na classificação, obteve desempenho excelente no cálculo da matriz de confusão.

Figura 5 – Uso e cobertura da terra de 2017 na zona de amortecimento.



Fonte: Elaborado pelo autores (2019).

Referente a 2018 (Figura 6), a soma das menores classes representou 3,38% da área total, o que equivale a 42,28ha. As classes de Culturas Temporárias e Águas Continentais representam 2,91% e 0,47% da zona de amortecimento, configurando-se em uma área de 36,50ha e 5,78ha, respectivamente. Segundo Freitas e Guedes (2018), as Culturas Temporárias são caracterizadas pelo ciclo vegetativo de curta ou média maturação; geralmente, essas culturas encontram-se plenamente inseridas nos leitos fluviais, bem como no entorno das

reservas hídricas. No entanto, as Águas Continentais reúnem toda cobertura aquática – natural ou artificial – que é empregada para os múltiplos usos.

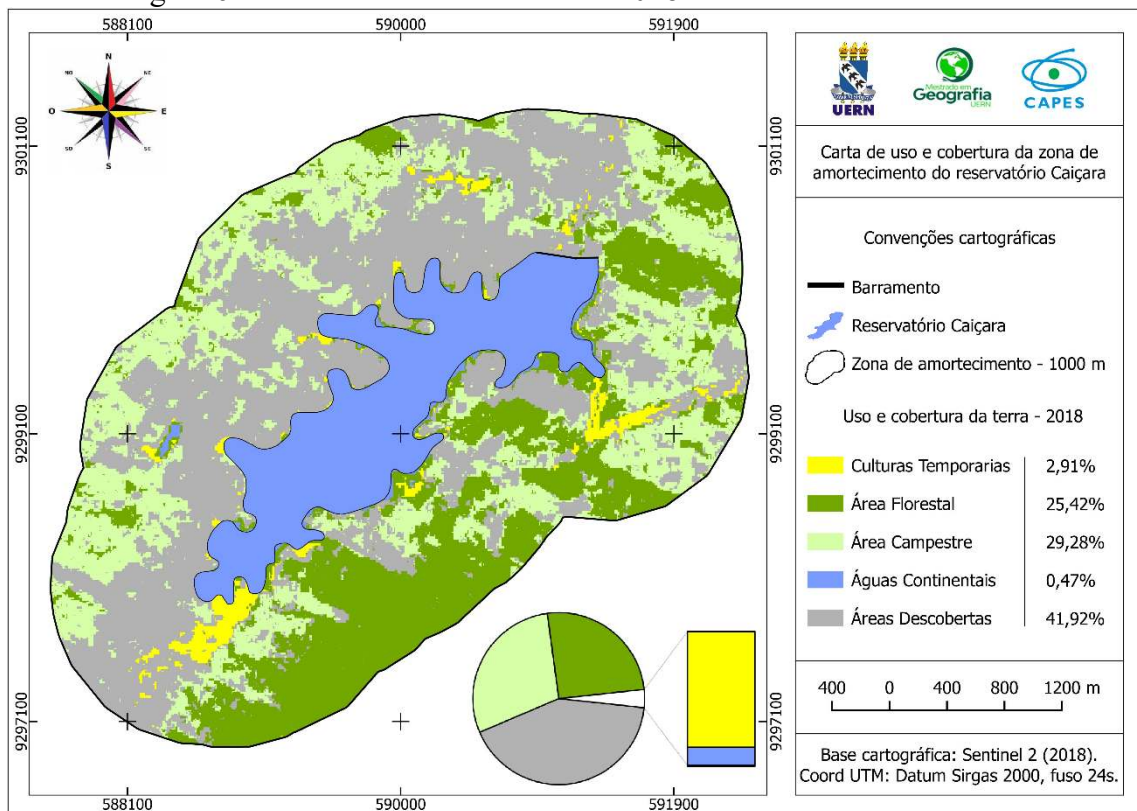
Enquanto as maiores classes obtiveram 96,62% da zona de amortecimento – o que corresponde a 1.210,5ha, entre a soma das classes Área Florestal, Área Campestre e Área Descoberta –, a classe Área Florestal e Área Campestre apresentou, em área, 318,50ha e 366,83ha, o equivalente a 25,42% e 29,28%, contendo variação de 48,33ha, uma representação de 15,17% da área em pesquisa.

As diferenciações das classes foram determinadas pela densidade do dossel, ou sua dispersão. Conforme apontam Loebmann *et al.* (2012), a cobertura vegetal pode ser compreendida pelo grau de intervenção humana; desse modo, na Área Florestal predomina a cobertura inalterada ou em regeneração, já na classe Área Campestre predomina a cobertura herbáceo-arbustiva, sobre um tapete de gramínea.

A Área Descoberta é caracterizada por múltiplos usos da terra, somada a afloramentos rochosos, com 525,17ha (41,92% da ocupação total). Essa classe é distribuída principalmente nas margens ao oeste e, em menor proporção, ao leste; por sua vez, os afloramentos rochosos são encontrados em pequenas quantidades, de norte a sul, com destaque ao sopé da Serra do Panati. Consoante o apontado por Almeida e Alves (2014), pode-se afirmar que as estruturas geológicas e os movimentos neotectônicos da área em estudo atuaram no soerguimento dos afloramentos rochosos de intrusões magmáticas.

O desempenho de Exatidão Global, Kappa e Tau atingiu valores de 0,95, 0,92 e 0,93, respectivamente, tendo maior concordância a Exatidão Global. No cálculo da matriz de confusão para o índice Kappa, segundo Landis e Koch (1977) e Congalton e Green (1999), foi obtido valor excelente na classificação de desempenho.

Figura 6 – Uso e cobertura da terra de 2018 na zona de amortecimento.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

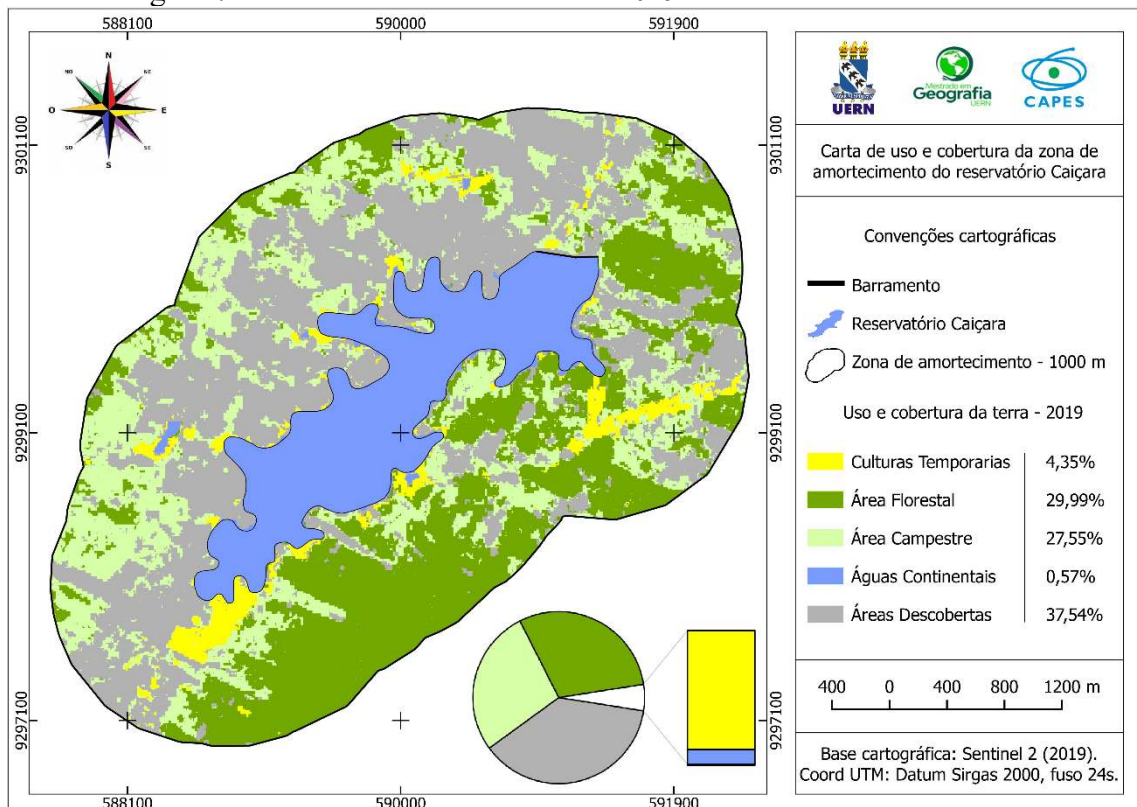
O período de 2019 (Figura 7), em comparação com o ano de 2015, mostrou incremento na alteração da paisagem entre as classes Culturas Temporárias, Área Florestal e Águas Continentais; por outro lado, as classes Área Campestre e Área Descoberta apresentaram redução, porém, com valores incipientes. Essa dinâmica das classes representa os múltiplos cenários de uso da terra, ponto comum aos estudos realizados, por exemplo, por: Bezerra Júnior, Guedes e Costa (2016); Freitas e Guedes (2018); e Costa, Freitas e Guedes (2019).

Para as classes temáticas que aumentaram, houve incremento de 35,47%, o que perfaz área de 155,13ha, em comparação entre 2019 e 2015. Em valor individualizado, as classes Culturas Temporárias e Águas Continentais obtiveram expansão de 85,58% e 79,65%, representando 46,68ha e 5,6ha, nessa ordem; por sua vez, o aumento da classe Área Florestal apresentou a maior taxa, correspondendo a 27,37%, com 102,85ha. O padrão de distribuição é caracterizado por toda zona de amortecimento, com destaque ao sentido leste e sul, especialmente no tocante à Área Florestal.

Nesse período, as classes Área Campestre e Área Descoberta apresentaram 27,55% e 37,54%, o que equivale a mais de 345,15ha e de 470,32ha, respectivamente. Na comparação entre 2019 e 2015, foi possível observar, na classe Área Campestre, um decréscimo de 42,29%, compreendendo uma diminuição de 145,97ha; já a classe Área Descoberta obteve redução de 1,00%, o que resulta em 4,74ha de decréscimo; a distribuição das classes ocorreu no sentido oeste e sul, principalmente referente à classe Área Descoberta. Conforme ressaltam Freitas e Guedes (2018), essa classe reúne vários processos antrópicos, sobretudo a descaracterização total ou parcial do ambiente.

Os valores de concordância na Exatidão Global atingiram 0,95; em compensação, os valores de Kappa e de Tau apresentaram 0,93 e 0,93, nesta ordem. Na classificação de desempenho, de Landis e Koch (1977) e de Congalton e Green (1999), o índice Kappa obteve resultado excelente no desempenho da acurácia.

Figura 7 – Uso e cobertura da terra de 2019 na zona de amortecimento.



Fonte: Elaborado pelo autores (2019).

Análise do Índice de Pressão Antrópica (IPA)

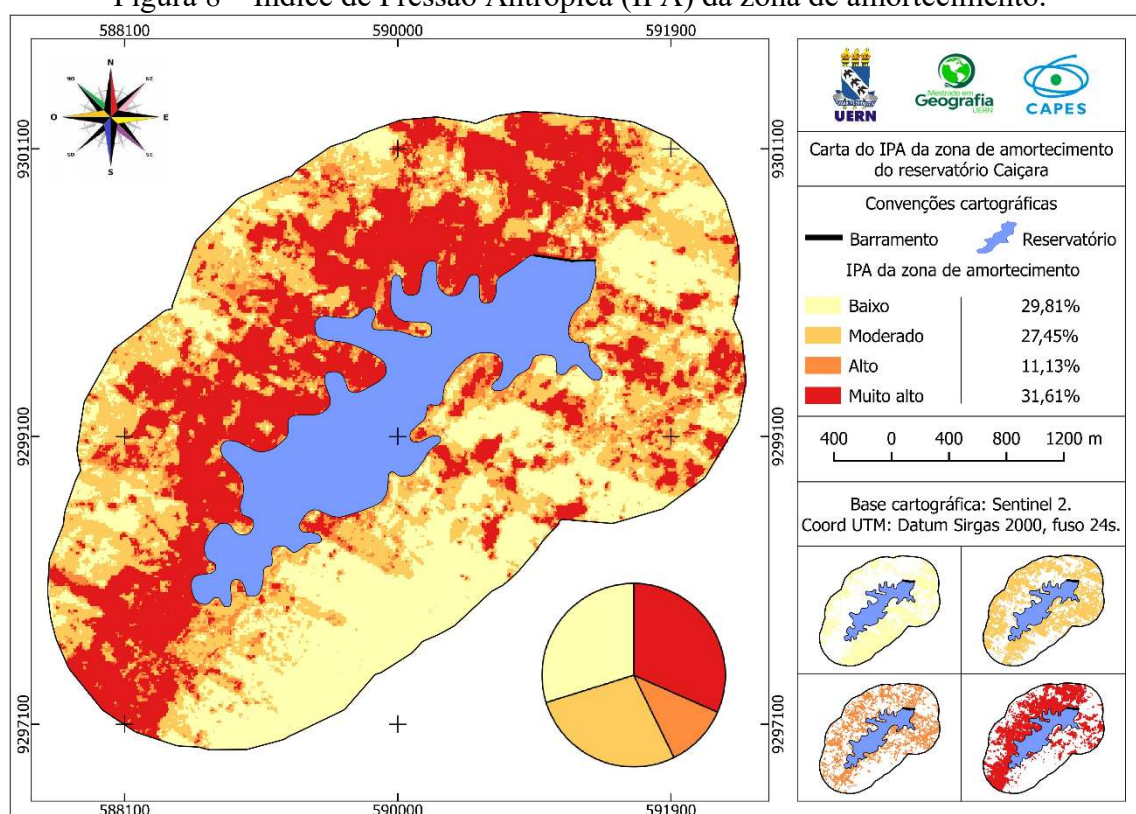
A Tabela 3 e a Figura 8 mostram o processo de pressão antrópica no sistema ambiental, representado pelo estado medianamente degradado sob esse contexto, podendo afetar seriamente a dinâmica do sistema ambiental caso esse estado avance pela zona de amortecimento. Logo, pode-se observar, nos parâmetros baixo e moderado, valores de 373,47ha e 343,89ha, o que representa 29,81% e 27,45%, respectivamente, totalizando 57,26% em área, ao passo que os parâmetros alto e muito alto ocupam 139,38ha e 396,04ha, o que corresponde a 11,13% e 31,61%, o que evidencia, portanto, 42,74% em área total.

Tabela 3 – Dados do Índice de Pressão Antrópica (IPA).

Parâmetros	Índice de Pressão Antrópica – IPA	
	Hectare (ha)	Porcentagem (%)
Baixo	373,47	29,81
Moderado	343,89	27,45
Alto	139,38	11,13
Muito alto	396,04	31,61
Total	1.252,78	100

Fonte: Elaborado pelo autores (2019).

Figura 8 – Índice de Pressão Antrópica (IPA) da zona de amortecimento.



Fonte: Elaborado pelo autores (2019).

Na análise dos parâmetros baixo e moderado, constatou-se, no sentido leste, a maior área de manutenção, que preserva a cobertura natural em razão do acentuado declive na Serra do Panati; a esse respeito, Almeida e Alves (2014) afirmam que a Serra do Panati se encontra em uma declividade superior a 45°, com baixo uso da área. Por outro lado, o sentido oeste indicou a menor área de cobertura natural. O parâmetro baixo representa a vegetação florestal, com

forma e padrão naturais, agregando várias fisionomias de porte arbóreo; já o parâmetro moderado é caracterizado pela cobertura campestre, o que significa fisionomias esparsas de porte subarbustivo e arbustivo, como também os corpos d'água e suas margens de cobertura secundária.

Conforme salientam Ribeiro, Galvanin e Paiva (2017), torna-se fundamental manter a cobertura natural, visando ao equilíbrio do sistema ambiental e, nesse sentido, amenizar os efeitos negativos dos múltiplos impactos de origem antrópica. Portanto, faz-se necessário manter a cobertura natural, em especial, as áreas que apresentam maior vulnerabilidade às ações antrópicas, como por exemplo, as do entorno dos reservatórios e de seus canais hidrográficos, haja vista que são sistemas que desempenham funções vitais tanto para o funcionamento quanto para o desenvolvimento da vida natural e humana.

Na comparação entre o baixo e moderado, houve variação percentual de 29,58ha, equivalendo a 7,92% de decréscimo entre os respectivos parâmetros, o que significa a recomposição da cobertura natural, que normalmente está associada às espécies de rápida germinação e maturação. A proteção da cobertura natural no entorno de recursos hídricos representa a manutenção da qualidade ambiental interna e externa das reservas, de forma a preservar suas margens e o controle no fluxo de energia, aliado, também, ao volume de água, o que exerce, desse modo, papel fundamental no sistema ambiental (FREITAS; GUEDES, 2018; SANTOS; NUNES; SANTOS, 2018).

Ao considerar a soma dos parâmetros de menor pressão antrópica, concentra-se a área de cobertura natural, que é, geralmente, de baixa intervenção antrópica; trata-se, portanto, de vegetação com características de espécies arbóreas, aliada a espécies subarbustivas e arbustivas, em agrupamentos esparsos, com exceção das porções territoriais que se encontram ao sopé da Serra do Panati. O resultado da comparação mostrou que o processo de classificação utilizou sobretudo a cobertura natural, especialmente as espécies arbóreas inalteradas ou em processo de regeneração.

No caso dos parâmetros alto e muito alto, estes reúnem as áreas de intensa pressão antrópica. O parâmetro alto é constituído, principalmente, de área descoberta, associada às porções de pasto manejado, incluindo as irregularidades das espécies herbáceas; acerca desse aspecto, Loebmann *et al.* (2012) afirmam que os fragmentos das herbáceas em pastos manejados, em alguns casos, possuem espécies sem caules, apresentando, também, dispersão aleatória entre seus fragmentados. Para o parâmetro muito alto, têm-se áreas de cultivo temporário, que surgem no uso diverso, e, em maior proporção, há áreas sem cobertura vegetal, as quais foram manejadas em múltiplos usos da terra de maior ou menor grau, geralmente utilizadas na obtenção de produtos florestais e/ou limpeza de áreas para o cultivo temporário, assim como há, também, os afloramentos rochosos em soerguimento, que estão relacionados às rápidas alterações na superfície e, ainda, as edificações de moradias. A localização espacial dos parâmetros pode ser observada no sentido norte e sul, em especial, a oeste.

Segundo Almeida e Vieira (2019), a constante perda da cobertura nativa para múltiplos usos da terra traz consequências diretas à diversidade do sistema ambiental, logo, compromete, com efeito, os serviços ecossistêmicos prestados, tanto no sistema terrestre quanto no aquático. Também é possível afirmar que a perda contínua gera danos irreparáveis, afetando seriamente a restauração do sistema ambiental, nesse caso, as margens dos reservatórios e seus canais hidrográficos, fundamentais para a vida útil dos reservatórios.

Para a variação percentual dos parâmetros alto e muito alto, têm-se 256,66ha, o que corresponde a acréscimo de 184,14% entre os dois. Esse elevado acréscimo é caracterizado pelas atividades de pressão no entorno da reserva, as quais contribuem – seja em maior ou em menor grau – para a perturbação antrópica. A intensa pressão, intercalada a formas e padrões irregulares de uso da terra, representa as transformações dos agentes exógenos ao ambiente e, como consequência, há a alteração da qualidade ambiental das reservas – em especial, na

qualidade da água sob fontes pontuais e/ou dispersas – e, também, a possibilidade de diminuição da capacidade da bacia hidráulica a partir da eutrofização da reserva (COSTA; GUEDES; ROCHA, 2014; GUEDES; COSTA, 2017).

As identificações, os mapeamentos e as interpretações visuais das informações temáticas – que representaram a pressão antrópica no ambiente – possibilitaram as comparações dos parâmetros alto ou muito alto. As alterações da área natural tiveram como base as múltiplas atividades antrópicas, as quais transformaram o sistema ambiental, e, por conseguinte, ampliaram os processos de perturbações, causando tanto pressão no ambiente, bem como gerando irreparáveis danos em cadeia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O reconhecimento, a identificação e a interpretação de objeto por meio de imagens de satélite, com média resolução espacial e série multitemporal, tornaram possível a classificação do uso e cobertura na zona de amortecimento do reservatório Caiçara, além de também terem permitido a representação e a determinação das classes na área geográfica.

Para uso e cobertura da terra, foi possível perceber as classes Área Campestre e Área Descoberta, que representaram as de maior potencial dos impactos negativos, haja vista a grande extensão de uso nas classificações. Os impactos nessas classes incluem, além de derrubada recente de vegetação e da abertura de clareiras, os destocamento do solo para múltiplos usos. Já a classe Cultura Temporária apresentou variações no processo de uso, em detrimento da escassez hídrica na reserva e também do baixo escoamento dos recursos hídricos nos canais fluviais no período chuvoso; por outro lado, a classe Área Florestal obteve considerável manutenção de remanescentes florestais, bem como apresentou área em processo de regeneração.

O emprego do índice possibilitou agrupar as classificações de uso e cobertura, o que pôde auxiliar no diagnóstico dos níveis de perturbação humana na zona de amortecimento, possibilitando, assim, indicar medidas mitigadoras no processo de uso da área, de modo a facilitar ações de gestão e gerenciamento ambiental da reserva e de seu entorno, e, por conseguinte, permitir uma ampliação do estado de preservação e de conservação do sistema ambiental.

As pressões na área geográfica são fragmentadas, especialmente no que se refere aos parâmetros de menor impacto, o que representa formato desfavorável na discriminação dos objetos e, muitas vezes, dificulta o monitoramento das condições ambientais. De outro lado, os parâmetros de maior impacto são caracterizados pelo potencial de discriminação dos objetos, considerando-se a área geográfica sem fragmentação, conseguindo, assim, um bom contraste de visualização.

Por todo exposto, considera-se que a pressão no estado medianamente degradado só é possível por meio do equilíbrio no uso do ambiente; então, faz-se necessário o desenvolvimento de plano de manejo sustentável, no intuito de ampliar o estado de recuperação, preservação e conservação ambiental, utilizando-se de técnicas e métodos de tratamento de dados em ambiente SIG.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. S.; VIEIRA, I. C. G. Transformações antrópicas da paisagem agrícola com palma de óleo no Pará. **Revista Novos Cadernos NAEA**. Belém, v.22, n.2, p.9-26, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/6535>>. 28 de jul. 2020.

ALMEIDA, J. E.; ALVES, A. M. **Zoneamento ecológico-econômico do Alto Oeste Potiguar**: microrregiões de Pau dos Ferros, São Miguel e Umarizal. Mossoró: Queimabucha, 2014.

ARAÚJO, J. C. Recursos hídricos em regiões semiáridas. In: GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; MEDEIROS, S. S.; GALVÃO (Org.). **Recursos hídricos em regiões semiáridas**: teorias e aplicações. Campina Grande: INSA, 2012. Cap.2, p.30-39.

BEZERRA JÚNIOR, A.; GUEDES, J. A.; COSTA, L. B. **Análise do uso e ocupação da terra no reservatório público de Água Nova-RN**. In: ALVES, L. S. F.; CARNEIRO, R. N. (Org.). XXII Encontro Estadual de Geografia do Rio Grande do Norte: desafios da gestão dos recursos hídricos no estado do Rio Grande do Norte. Natal: CCHLA, 2016, p.227-237. Disponível em: <<http://egeorn2016pdf.blogspot.com/2016/>>. Acesso em: 26 de nov. 2019.

BEZERRA JÚNIOR, A.; GUEDES, J. A. Caracterização e análise do uso e ocupação da terra no entorno do reservatório Santana, Rafael Fernandes/RN. **Revista Okara**, João Pessoa, v.10, n.3, p.517-530, 2016. Disponível em: <www.periodicos.ufpb.br/index.php/okara/article/download/28365/16852>. Acesso em: 26 de nov. 2019.

CARVALHO, R. G.; KELTING, F. M. S.; SILVA, E. V. Indicadores socioeconômicos e gestão ambiental nos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.23, n.1, p.143-159, 2011. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/11259>>. Acesso em: 10 de mai. 2019.

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. **Estudos Avançados**. São Paulo, v.22, n.63, p.61-83, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200005>. Acesso em: 28 de out. 2019.

COHEN, J. A. Coefficient of agreement for nominam scales. **Educational and Psychological Measurement**, Durham, v.20, n.1, p.37-46, 1960. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/001316446002000104?journalCode=epma>>. Acesso em: 29 de nov. 2019.

CONGALTON, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, v.49, n.12, p.1671-1678, 1991. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/003442579190048B>>. Acesso: em 20 de out. 2019.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. New York: Lewis Publishers, 1999.

COSTA, D. F. S.; GUEDES, J. C. F.; ROCHA, R. M. Estratégia de zoneamento ambiental aplicada à gestão das margens de reservatórios. **Revista Geosul**, Florianópolis, v.29, n.58, p. 145-159, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/31683>>. Acesso em: 28 de nov. 2019.

COSTA, G. S.; FREITAS, F. W. S.; GUEDES, J. A. Uso e ocupação no entorno do reservatório Beldroega (Paraíba/RN). **Revista GeoInterações**, Assú, v.3, n.1, p.86-100, 2019. Disponível em: <<http://periodicos.uern.br/index.php/geointeracoes/article/view/4103/2068>>. Acesso em: 28 de nov. 2019.

DINIZ, M. T. M.; PEREIRA, V. H. C.; Climatologia do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v.35, n.3, p.488-506, 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/bgg/article/view/38839>>. Acesso em: 15 de set. 2019.

DNOCS. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Ficha técnica do açude de Marcelino Vieira**. Disponível em: <https://www.dnocs.gov.br/php/canais/recursos_hidricos/fic_tec_reservatorio.php?codigo_reservatorio=277&descricao_reservatorio=A%E7ude+Marcelino+Vieira>. Acesso em: 28 de jun. 2019.

FLORENZANO, T. G. Sensoriamento Remoto para Geomorfologia. In: **Geomorfologia: Conceito e tecnologias atuais**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. Cap. 2, p.36-65.

FREITAS, F. W. S.; GUEDES, J. A.; COSTA, F. R. Análise socioambiental do reservatório público do município de Riacho da Cruz (RN). **Revista Geotemas**, Pau dos Ferros, v.6, n.1, p.03-18, 2016. Disponível em: <<http://www2.uern.br/index.php/geotemas/article/view/1742>>. Acesso em: 25 de jul. 2020.

FREITAS, F. W. S.; SILVA, M. R. F.; GUEDES, J. A. Gestão de recursos hídricos: a percepção de atores sociais acerca do reservatório Passagem. **Revista Geopauta**, Vitória da Conquista, v.4, n.2. p.71-90, 2020. Disponível em: <<http://periodicos2.uesb.br/index.php/geo/article/view/6369>>. Acesso em: 25 de jul. 2020.

FREITAS, F. W. S.; GUEDES, J. A. Uso e ocupação do entorno do reservatório público do município de Riacho da Cruz (RN). **Revista Plural**, Ponta Grossa, v.12, n.1, p.77-90, 2018. Disponível em: <<https://www.revistas2.uepg.br/index.php/tp/article/view/10329/209209210129>>. Acesso em: 26 de nov. 2019.

GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; MEDEIROS, S. S.; GALVÃO, C. O. **Recursos hídricos em regiões semiáridas**. Campina Grande: INSA, 2012.

GUEDES, J. A.; COSTA, F. R. Qualidade ambiental de dois reservatórios públicos na região do Alto Oeste Potiguar (RN/Brasil). **Revista GeoInterações**, Assú, v.1, n.1, p.03-16, 2017. Disponível em: <<http://ojs.uern.br/index.php/geointeracoes/article/view/2177>>. Acesso em: 26 de nov. 2019.

HELLDE, U.; STERN, M. **Evaluation of Landsat imagery and digital data for monitoring desertification indicators in Tunisia**. In: International Symposium on Remote Sensing of Environment, 14 ed. San Jose, Costa Rica, 1980, p.1601-1610.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil do seu Município – Marcelino Vieira**. Natal, v.10, p. 01-22, 2008. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000013965.PDF>>. Acesso em: 26 de jun. 2019.

JENKS, G. F. **Optimal data classification for choropleth maps**: Occasional Paper. University Kansas: Lawrence, 1977.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parêntese, 2019.

KLECKA, W. R. **Discriminant analysis**. Newbury Park: SAGE Publications, 1980.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, Washington, v.33, n.1, p. 159-174, 1977. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/2529310?origin=JSTOR-pdf&seq=1>>. Acesso em: 15 de dez. 2019.

LEITE, E. F.; ROSA, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Formiga, Tocantins. **OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia**, Uberlândia, v.4, n.12, p.90-106, 2012. Disponível em: <<http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/4edicao/n12/05.pdf>>. Acesso em: 26 de nov. 2019.

LOEBMANN, D.G.S.W.; MACORANO, R.P.; SILVA, G.B.S.; VICENTE, L.E.; VICTORIA, D.C. **Interpretação de alvos a partir de imagens de satélite de média resolução espacial**. Campinas: EMBRAPA, 2012. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/85516/1/048-12.pdf>>. Acesso em: 14 de mar. 2020.

MOLLE, F. **Marcos históricos e reflexões sobre a açudagem e seu aproveitamento**. Recife: SUDENE, 1994.

MOLLE, F.; CADIER, E. **Manual do pequeno açude**. Recife: SUDENE, 1992.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto**: princípios e aplicações. 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

REBOUÇAS, A. C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos Avançados**. São Paulo, v.11, n.29, p.127-154, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141997000100007>. Acesso em: 28 de out. 2019.

RIBEIRO, H. V.; GALVANIN, E. A. S.; PAIVA, M. M. Análise das pressões antrópicas na bacia Paraguai/Jauquara-Mato Grosso. **Revista Ciência e Natura**. Santa Maria, v.39, n.2, p.378-389, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/26090>>. Acesso em: 23 de mar. 2020.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 7 ed. São Paulo: EDUFU, 2008.

ROSS, J. L. S. **EcoGeografia do Brasil**: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

SALGADO, C. B.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; GUIMARÃES, R. F. Análise da interferência de nuvens na classificação de séries temporais MODIS-NDVI na região da Amazônia, município de Capixaba, Acre. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v.31, n.2, p.1-20, 2019. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/47062>>. Acesso em: 25 de jul. 2020.

SANTOS, A. M.; GOMIDES, M. L. C. A. A ocupação no entorno das terras indígenas em Rondônia, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v.35, n.3, p.417-436, 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/bgg/article/view/38834>>. Acesso em 01 de jun. 2019.

SANTOS, S. A.; NUNES, F. G.; SANTOS, A. M. Intensidade dos processos antropogênicos no entorno do reservatório do Ribeirão João Leite, Goiás, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia da USP**. São Paulo, n.36, p.63-76, 2018. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/142709>>. Acesso em 01 de jun. 2019.

SEMARN. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Ficha técnica do reservatório de Marcelino Vieira**. Disponível em: <<http://servicos.searh.rn.gov.br/semarh/sistemadeinformacoes/consulta/cResFichaTecnica.asp?IdReservatorio=7>>. Acesso em: 28 de jun. 2019.

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

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. E. M. Reservoirs and human well being: new challenges for evaluating impacts and benefits in the neotropics. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.69, n.4, p.1133-1135, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842008000500020>. Acesso em: 29 de nov. 2019.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi desenvolvido com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – sob Código de Financiamento 001.