

XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS PARA MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA LAGOA DO JIQUI E SEU ENTORNO – SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PITIMBU/RN

Camila Saiury Pereira Silva¹; Kátia Alves Arraes²; Antônio Helton da Silva Barbosa³ & Melquisedec Medeiros Moreira⁴

RESUMO – Com o advento e a popularização do acesso às tecnologias da informação, as geotecnologias passaram a desempenhar um papel cada vez mais importante no planejamento e na gestão ambiental. O uso combinado de geotecnologias têm se mostrado uma ferramenta indispensável para compreensão dos fenômenos ambientais, tal como em estudos relacionados ao mapeamento do uso e ocupação do solo. Considerando que a área de estudo apresenta uma predominância paisagística composta por remanescentes de floresta atlântica e um importante potencial hídrico, este estudo objetivou realizar um mapeamento preliminar do uso e ocupação do solo da Lagoa do Jiqui e seu entorno imediato. Para isso, foi realizado o processamento digital de imagens de sensoriamento remoto utilizando os softwares livres SPRING e Qgis. A metodologia para classificação se deu através da classificação supervisionada MAXVER, com limiar de aceitação de 95%. Também, foi realizada uma visita a campo para reconhecimento da área de estudo. Os resultados indicaram a predominância das classes de cobertura vegetal dos tipos arbustiva-arbórea densa e aberta, estas representam cerca de 59% da área mapeada. De modo geral, os resultados deste estudo podem contribuir para a gestão ambiental da Lagoa do Jiqui e seu entorno.

ABSTRACT– With the advent and popularization of access to information technologies, as geotechnologies have come to play an increasingly important role in environmental planning and management. The joint use of geotechnologies has been an indispensable tool for the understanding of environmental documents, as in studies related to the mapping of land use and occupation. The study area presents a landscape predominance composed of remnants of Atlantic forest and an important water potential, this study aimed to perform a preliminary mapping of land use and occupation of Lagoa do Jiqui and its immediate surroundings. For this, the digital processing of remote sensing images was performed using the free SPRING and Qgis software. This methodology should be supervised by a hierarchical classification of 95%. A field visit was also carried out to recognize the study area. The results indicated a predominance of dense and open shrub-tree species, representing about 59% of the mapped area. In general, the results of this study can contribute to the environmental management of Lagoa do Jiqui and its environment.

Palavras-Chave – Geotecnologias; Lagoa; Vegetação.

1) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, Centro Regional do Nordeste - CRN: Rua Carlos Serrano, 2073, Lagoa Nova - CEP: 59076-740, Natal-RN, Brasil, fone (84) 3204-9156, camila.saiury@inpe.br.

2) INPE/CRN: Rua Carlos Serrano, 2073, Lagoa Nova - CEP: 59076-740, Natal-RN, Brasil, fone (84) 3204-9150, katia.arraes@inpe.br.

3) INPE/CRN: Rua Carlos Serrano, 2073, Lagoa Nova - CEP: 59076-740, Natal-RN, Brasil, fone (84) 3204-9151, antonio.s.barbosa@inpe.br.

4) INPE/CRN: Rua Carlos Serrano, 2073, Lagoa Nova - CEP: 59076-740, Natal-RN, Brasil, fone (84) 3204-9148, melquisedec.moreira@inpe.br.

1 INTRODUÇÃO

As geotecnologias constituem um conjunto de tecnologias voltadas para a coleta, processamento, análise e disponibilização de informações georreferenciadas, ou seja, informações que possuem referência espacial na superfície terrestre. Como exemplo dessas geotecnologias podemos mencionar os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), o Sistema de Posicionamento Global (GPS), o Sensoriamento Remoto, a fotogrametria, a topografia, dentre outras.

Nas últimas décadas, com o advento da tecnologia da informação, as geotecnologias passaram a desempenhar um papel cada vez mais importante no planejamento e na gestão ambiental, uma vez que sua utilização amplia as possibilidades de análise do meio ambiente.

Dentro desse universo, o uso combinado das geotecnologias têm se mostrado como ferramenta indispensável para a compreensão dos fenômenos ambientais, tal como em estudos relacionados ao mapeamento do uso e ocupação do solo, possibilitando aos pesquisadores conhecer formas de organização do espaço e realizar suas transformações de maneira eficaz.

Nessa perspectiva, o estado de conservação e de continuidade dos remanescentes de vegetação nativa podem indicar a existência ou não de habitats para as espécies, a manutenção de serviços ambientais ou mesmo o fornecimento de bens essenciais à sobrevivência de populações humanas (MMA, 2007), tais como os recursos hídricos.

Os recursos hídricos, por sua vez, estão cada vez mais ameaçados pelas pressões antrópicas, fator resultante da urbanização desordenada, do aumento populacional e de atividades agropastoris. Em decorrência desses processos, verifica-se o aumento da poluição hídrica comprometendo a qualidade e o fornecimento de água para abastecimento público.

Nesse contexto surge a necessidade de estudar a área da Lagoa do Jiqui, tendo em vista que essa lagoa é uma das principais fontes de água para o abastecimento público da capital do Estado do Rio Grande do Norte, a cidade de Natal. Além disso, a área de estudo apresenta uma predominância paisagística composta por remanescentes de floresta atlântica, no qual está ameaçada pelas múltiplas formas de uso e ocupação do solo e que podem ocasionar impactos ambientais negativos e significativos, com efeitos cumulativos e sinérgicos.

Dessa forma, o estudo presente objetivou realizar um mapeamento preliminar do uso e ocupação do solo na área da Lagoa do Jiqui e seu entorno imediato, considerando a importância dos seus atributos naturais, vegetação e recursos hídricos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de Estudo

A Lagoa do Jiqui ($5^{\circ}55'20''S$ e $35^{\circ}11'28''W$) está localizada no município de Parnamirim no Estado do Rio Grande do Norte (Figura 1) e apresenta uma área de aproximadamente 16 hectares, cujas águas são uma importante fonte para o abastecimento público da capital do Estado, a cidade de Natal.

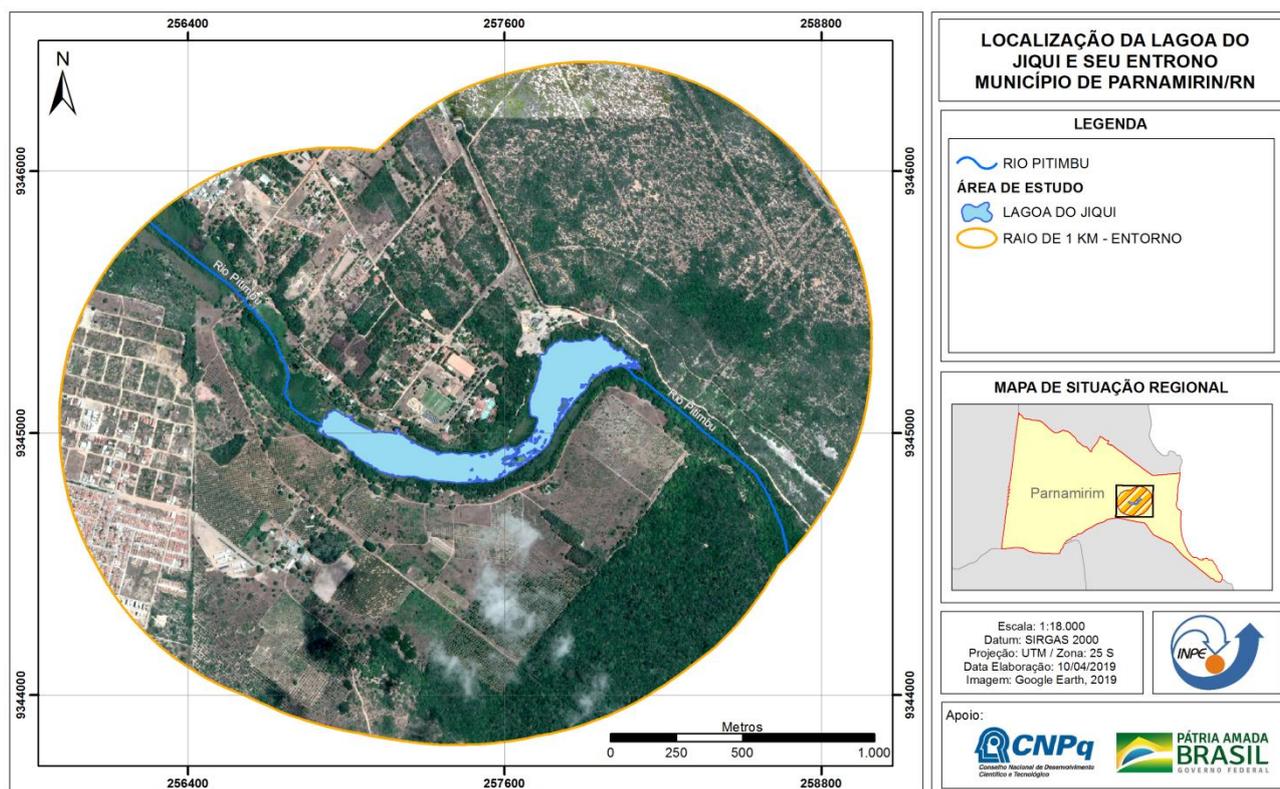


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

A relevância ambiental da área que abrange a Lagoa do Jiqui foi reconhecida pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), por meio da Portaria N°9, de 23 de janeiro de 2007, como uma área de importância e prioridade extremamente alta para proteção da biodiversidade brasileira, uma vez que ela apresenta remanescentes florestais de floresta semidecídua e recursos hídricos importantes como a Lagoa do Jiqui (MMA, 2007).

Apesar desta área ser considerada de máxima importância para conservação dos recursos e serviços ambientais, ela está seriamente ameaçada pela expansão desordenada da malha urbana, assoreamento, caça ilegal, poluição de corpos d'água, desmatamento, coleta predatória de plantas, queimada, efluentes domésticos e a presença de espécies exóticas (MMA, 2007).

Segundo o Núcleo de Unidades de Conservação (NUC) do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA) a área de estudo está em processo de criação de unidade de

conservação de proteção integral, na categoria de Parque Estadual, no qual deverá receber o nome de Parque Estadual do Jiquí, compreendendo uma área de aproximadamente 395 ha, com um perímetro de 9,2 Km (PETGEO, 2013). Contudo, a morosidade no processo de criação e instituição desta unidade de conservação já perdura há mais de uma década, o que pode trazer perdas significativas a este ambiente em decorrência das atividades antrópicas.

2.2 Metodologia

Para efeito deste estudo, compreende-se como entorno imediato as áreas adjacentes ao perímetro da Lagoa do Jiquí, estendendo-se por 1 (um) quilômetro (Km) de distância das margens da referida lagoa. Ao todo, a área objeto deste estudo compreende uma área de aproximadamente, 611 hectares.

Para realizar o mapeamento preliminar da Lagoa do Jiquí e seu entorno imediato, utilizou-se uma cena do satélite Sentinel-2, datada de 31 de agosto de 2018, com resolução espacial de 10 metros. A seleção desta cena se deu pela baixa cobertura de nuvens que contribuiu para uma melhor interpretação e análise da área de estudo.

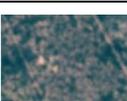
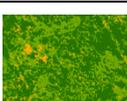
Além desta imagem foi utilizado também um mosaico de imagens georreferenciadas da ferramenta Google Earth, tendo em vista a alta resolução espacial que permite uma visualização do espaço em escala de detalhe. Para isso, foram capturadas imagens da área de estudo utilizando-se a escala de 1:5.000, possibilitando obter um mosaico de imagens com resolução de aproximadamente 1,5 metros.

No que tange ao processamento digital das imagens foram utilizados os *software* livres SPRING 5.1.8 e QGIS 2.18.19. O processo para classificação do uso e ocupação do solo se deu através da classificação supervisionada, utilizando o método de classificação por máxima verossimilhança (MAXVER). Esse método de classificação multiespectral "pixel a pixel" considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos (DPI/INPE, 2002).

Foram utilizadas oito classes temáticas para distinguir os diferentes usos identificados na área de estudo: corpo d'água, vegetação arbustiva-arbórea densa, vegetação arbustiva-arbórea aberta, vegetação herbácea, pousio/regeneração, atividade agrícola, solo exposto e áreas edificadas (Quadro 1). Para cada classe temática foram utilizadas 20 amostras. Para classificação, aplicou-se um limiar de aceitação de 95%.

Com o intuito de realizar um reconhecimento da área de estudo e obter informações complementares sobre a importância da Lagoa do Jiquí para o abastecimento público de Natal foram realizados trabalhos de campo com registros fotográficos e coleta de pontos com auxílio de GPS.

Quadro 1 – Chave de identificação das classes mapeadas.

Classificação	Imagem Sentinel-2	Imagem Google Earth	Imagem Classificada	Descrição	
Área de Uso Natural	Lagoa				Espelho d'água formado pelo acúmulo de água. Também considerou-se parte desta classe as áreas que estão recobertas por macrófitas (plantas aquáticas).
	Vegetação Arbustiva-Arbórea Densa				Vegetação nativa composta pelos estratos arbustivo e arbóreo. As árvores e/ou arbustos apresentam uma alta densidade de suas copas impedindo a visualização do solo.
	Vegetação Arbustiva-Arbórea Aberta				Vegetação nativa composta pelos estratos arbustivo, arbóreo e herbáceo. As árvores e/ou arbustos apresentam-se espaçados, sendo possível a visualização do solo e/ou vegetação do extrato herbáceo.
Área Parcialmente Antropizada	Vegetação Herbácea				Vegetação composta pelo estrato herbáceo. Gramíneas, ervas e plantas rasteiras compõem essa classe.
	Pousio/Regeneração				Áreas que possivelmente foram utilizadas para atividades agropecuárias e que estão em processo de regeneração natural.
Área Antropizada	Atividade Agrícola				Áreas com atividades agropecuária.
	Solo Exposto				Áreas desprovidas de cobertura de qualquer natureza.
	Áreas Edificadas				Áreas construídas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A interpretação e análise das imagens de satélite, bem como os trabalhos de campo, permitiram que fossem dimensionadas e espacializadas as múltiplas formas de uso e ocupação da Lagoa do Jiqui e seu entorno imediato. A Tabela 1 abaixo apresenta a quantificação de cada classe temática. Já a Figura 2 expõe o mapa de uso e ocupação do solo da área de estudo.

Tabela 1 – Quantificação das classes de uso e ocupação do solo da área de estudo.

Classes de Uso e Ocupação do Solo	Área (ha)	Área %
Lagoa do Jiqui	16,23	03
Vegetação Arbustiva-Arbórea Densa	273,60	45
Vegetação Arbustiva-Arbórea Aberta	85,76	14
Vegetação Herbácea	47,03	08
Pousio/Regeneração	37,62	06
Atividade Agrícola	98,48	16
Solo Exposto	31,28	05
Áreas Edificadas	21,02	03
Total	611,02	100

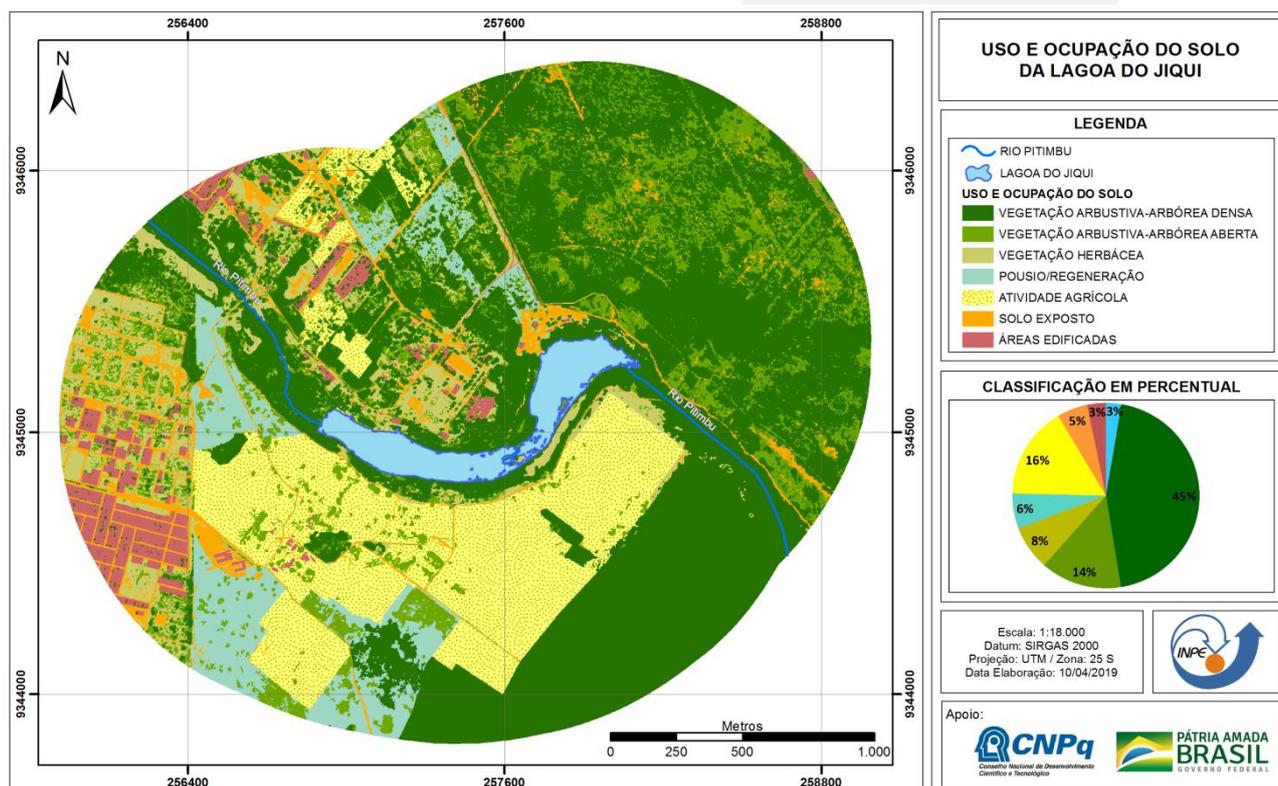


Figura 2 – Mapa de uso e ocupação do solo da área de estudo.

Os resultados mostraram que na área de estudo predominaram as classes de cobertura vegetal: arbustiva-arbórea densa e arbustiva-arbórea aberta, quando somadas tais classes representam cerca de 59% da área mapeada. Esse resultado é expressivo e significativo, tendo em vista a importância da conservação da vegetação nativa para os recursos hídricos, ou seja, para a Lagoa do Jiqui.

Nesse contexto, a vegetação atua na redução do escoamento superficial e no favorecimento da infiltração e armazenamento de água no solo, minimizando assim os impactos secundários, tais como a quantidade de material em suspensão na água e/ou assoreamento da lagoa. Por isso, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) de cursos e corpos hídricos, instituídas pelo Código Florestal (Lei nº 12.651), são consideradas os "cílios" protetores desses recursos. Na Figura 3 é possível visualizar a Lagoa do Jiqui, assim como a mata ciliar que circunda a lagoa.



Figura 3 – Visualização da Lagoa do Jiqui e sua mata ciliar. A) destaque para a vegetação ciliar; B) vista panorâmica.

Outra classe de uso e ocupação do solo são as atividades agrícolas, no qual representaram 16% da área estudada. De modo geral, uma das principais preocupações relacionadas ao desenvolvimento das atividades agrícolas na área do entorno da Lagoa do Jiqui está ligado ao uso inadequado das Áreas de Preservação Permanente próximas ao corpo hídrico, cuja distância mínima de 100 metros é estabelecida pelo Código Florestal.

A classe temática denominada "Pousio/Regeneração" ocupou uma área de 37,62 ha, correspondendo a 8% da área de estudo. Essa classe está intimamente relacionada à classe "atividades agrícolas", uma vez que estas foram utilizadas, em algum momento, para o desenvolvimento de atividades agrícolas e que hoje encontram-se em processo regenerativo. Entretanto, deve-se considerar que essas áreas estão mais suscetíveis a serem (re)ocupadas novamente pelas atividades agrícolas ou até mesmo por outros usos, possivelmente impulsionado pela expansão desordenada da malha urbana.

Sob esse aspecto, as áreas edificadas ou áreas construídas representaram apenas 3% da área mapeada. Contudo, tal uso têm grandes implicações sob a manutenção da qualidade dos recursos hídricos da Lagoa do Jiqui, considerando os problemas relacionados ao saneamento básico. Isto é, a falta e/ou destinação inadequada dos efluentes domésticos, bem como dos resíduos sólidos que podem provocar a contaminação do manancial hídrico.

Nesse contexto, Lucena *et al.* (2004) relataram uma preocupação face às condições deficitárias do saneamento básico da cidade de Parnamirim ao realizar um estudo potenciométrico do Aquífero Barreiras. Os autores constataram que a zona urbana da cidade é o principal ponto de recarga do aquífero, enquanto a área da Lagoa do Jiqui constitui uma zona de descarga. Dessa maneira, os poluentes gerados pela falta ou ineficiência do saneamento básico podem contaminar as águas da Lagoa do Jiqui e, com isso, trazer sérios prejuízos à sociedade e ao meio ambiente.

De acordo com a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) a captação de água da Lagoa do Jiqui contribui com cerca de 30% do montante de água distribuída para a capital do Estado. Sua importância vai além do quantitativo, pois em virtude da qualidade de suas águas, estas são utilizadas no processo de diluição do nitrato presente em águas captadas por poços tubulares. Sem esse mecanismo de diluição não seria possível, em muitos casos, a utilização das águas captadas pelos poços tubulares para o abastecimento e consumo humano, considerando o elevado percentual de nitrato na água.

Outra consideração importante diz respeito às áreas com vegetação herbácea e fragmentos de vegetação arbustiva-arbórea aberta nas proximidades das áreas edificadas (Figura 4). Essas áreas possivelmente vem sendo afetadas pela comercialização de loteamentos e, podem ser consideradas como áreas em expansão urbana.



Figura 4 – Imagem capturada do Google Earth (2019) com destaque para áreas em expansão urbana.

Além das considerações citadas, também vale mencionar que a classe "solo exposto" se concentra principalmente no entorno das "áreas edificadas", considerando que o processo de urbanização tende a suprimir a vegetação natural. Além disso, há indícios de que essas áreas foram ocupadas recentemente, e ainda não foram realizadas melhorias estruturais, como calçamentos e/ou pavimentação das ruas.

Fazendo uma análise mais generalizada sobre os múltiplos usos identificados na área da Lagoa do Jiqui e seu entorno, verifica-se que aproximadamente 62% da área pode ser considerada de uso natural, quando somadas as áreas de vegetação arbustiva-arbórea densa e aberta com a área da Lagoa do Jiqui. Nessa perspectiva, 24% da área estudada pode ser enquadrada como área antropizada, considerando as classes de atividades agrícolas, solo exposto e áreas edificadas.

As áreas de vegetação herbácea e a classe de pousio/regeneração podem ser classificadas como áreas parcialmente antropizadas, ou seja, que possui um baixo grau de antropização, correspondendo a 14% da área mapeada. Isso significa dizer que, embora a área de estudo esteja ameaçada pelos múltiplos usos identificados, as áreas conservadas possuem um peso significativo e devem ser objeto de estudo para o desenvolvimento de políticas públicas integradas a fim de garantir a conservação dos recursos naturais, bem como dos serviços ambientais prestados pela Lagoa do Jiqui e pelos remanescentes de vegetação nativa da mata atlântica existentes na área do entorno.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso combinado de geotecnologias permitiram realizar o mapeamento preliminar do uso e ocupação do solo da Lagoa do Jiqui e seu entorno imediato, sendo possível obter uma visão abrangente dos múltiplos usos, bem como suas implicações socioambientais.

De modo geral, os resultados indicaram que 62% da cobertura mapeada é de uso natural. Desse montante, cerca de 59% refere-se à vegetação do tipo arbustiva-arbórea densa e aberta, no qual evidenciam a existência de uma cobertura vegetal representativa na área estudada.

As áreas consideradas antropizadas e/ou que estão parcialmente antropizadas foram menos expressivas em comparação as áreas de uso natural, correspondendo a 24% e 14% respectivamente. Contudo, tais áreas possuem um alto risco de contaminação dos recursos hídricos que podem prejudicar a qualidade das águas.

Assim sendo, ressaltamos a importância da instituição de uma unidade de conservação ambiental na área que compreende a Lagoa do Jiqui e os remanescentes de vegetação nativa para tentar frear ou minimizar a expansão de áreas que possam trazer prejuízos ao meio ambiente e a sociedade como um todo.

AGRADECIMENTOS - Ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa do Programa de Capacitação Institucional (PCI) e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) do Centro Regional do Nordeste (CRN) pelo fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. (2012). Lei Federal n.º 12.651 de 2012. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 maio. 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 10 de abril 2019.

DPI/INPE. (2002). *SPRING: Tutorial de Geoprocessamento*. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/espanol/tutorial/classific.html>>. Acesso em: 5 de abril 2019.

LUCENA, L. R. F; ROSA FILHO, E. F; BITTENCOURT, A. V. L. (2004). *A potenciometria do Aquífero Barreiras no setor oriental da bacia do rio Pirangi-RN e considerações sobre a relação com mananciais superficiais*. Rev. Águas Subterrâneas n° 18, jan. 2004, pp. 19 – 28.

MMA. (2007). Portaria n° 09, de 23 de janeiro de 2007. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 jan. 2007. Seção 1, p. 55.

PETGEO. (2013). *II Trilhas Geográficas 2013 - Mata do Jiquí, Parnamirim/RN*. PETGEO, 2013. Disponível em: <<http://petgeografiaufrn.blogspot.com/2013/09/ii-trilhas-geograficas-2013-mata-do.html>>. Acesso em: 8 de out. 2018.