

## GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NA AVALIAÇÃO DE CONFLITOS AMBIENTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS: ESTUDO DE CASO NA BACIA DO RIO JOÃO MENDES, NITERÓI - RJ

Thiago dos Santos Leal <sup>1</sup>

Otávio Miguez da Rocha-Leão <sup>2</sup>

20

**Resumo.** A expansão gradativa das áreas urbanas em relação às áreas protegidas do ponto de vista ambiental tem gerado um sem número de problemas socioambientais. O presente estudo objetiva quantificar e avaliar o conflito de uso do solo na bacia do Rio João Mendes, no município de Niterói- RJ, buscando subsidiar o planejamento e gestão ambiental na bacia. Para tanto foi elaborado o mapa de área edificada e cobertura vegetal da bacia. Por meio de geotecnologias foram delimitadas áreas de preservação permanentes (APPs) de cursos d'água, lagoas, declividade de encostas e também duas unidades de conservação de proteção integral as quais compreendem as cabeceiras de drenagem da bacia. Do total de 3,81 Km<sup>2</sup> de área urbana construída na bacia, 0,86 Km<sup>2</sup> estão em área de conflito de uso nas áreas de preservação permanente e unidades de proteção integral, sendo assim 22% da área urbana edificada apresenta irregularidade.

**Palavras-chave:** Geotecnologia; Áreas Protegidas; Conflitos Ambientais.

### GEOTECHNOLOGIES APPLIED IN THE EVALUATION OF ENVIRONMENTAL CONFLICTS IN PROTECTED AREAS : A CASE STUDY IN THE JOÃO MENDES RIVER BASIN, NITERÓI – RJ

**Abstract.** The gradual expansion of urban areas in relation to protected areas from the environmental point of view has generated a number of socio-environmental problems. The present study aims to quantify and evaluate the soil use conflict in the João Mendes River basin, in the city of Niterói-RJ, seeking to subsidize environmental planning and management in the basin. For this purpose, the map of the built area and the vegetation cover of the basin was elaborated. Permanent preservation areas (APPs) of watercourses, lagoons, slopes and two integral protection conservation units, which comprise the

---

<sup>1</sup>Mestrando em Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro/ Faculdade de Formação de Professores (UERJ/FFP) – Departamento de Geografia, thiagolealgeo@gmail.com.

<sup>2</sup>Professor Dr. do curso de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro/ Faculdade de Formação de Professores (UERJ/FFP) – Departamento de Geografia, orochaleao@hotmail.com.

drainage headlands of the basin, were defined by means of geotechnologies. Of the total of 3.81 Km<sup>2</sup> of urban area built in the basin, 0.86 Km<sup>2</sup> are in a conflict of use area in the areas of permanent preservation and integral protection units, being thus 22% of the built urban area presents irregularity.

**Keywords:** Geotechnology; Protected Area; Environmental Conflicts.

### **GEOTECNOLOGÍAS APLICADAS EN LA EVALUACIÓN DE CONFLICTOS AMBIENTALES EN ÁREAS PROTEGIDAS : ESTUDIO DE CASO EN LA BACIA DEL RIO JOÃO MENDES, NITERÓI - RJ**

**Resumen.** La expansión gradual de las áreas urbanas en relación a las áreas protegidas desde el punto de vista ambiental ha generado un sin número de problemas socioambientales. El presente estudio objetiva cuantificar y evaluar el conflicto de uso del suelo en la cuenca del Río João Mendes, en el municipio de Niterói, buscando subsidiar la planificación y gestión ambiental en la cuenca. Para ello se elaboró el mapa de área edificada y cobertura vegetal de la cuenca. Por medio de geotecnologías se delimitar áreas de preservación permanentes (APPs) de cursos de agua, charcas, declividad de laderas y también dos unidades de conservación de protección integral que comprenden las cabeceras de drenaje de la cuenca. El total de 3,81 Km<sup>2</sup> de área urbana construida en la cuenca, 0,86 Km<sup>2</sup> están en área de conflicto de uso en las áreas de preservación permanente y unidades de protección integral, siendo así el 22% del área urbana edificada presenta irregularidad.

**Palabras clave:** Geotecnología; Áreas Protegidas; Conflictos Ambientales.

## Introdução

A articulação científica entre Geografia e Direito é necessária nas sociedades contemporâneas, tanto por geógrafos, que buscam elementos no Direito para aprimorar suas pesquisas com o objetivo de compreender como se dão as transformações espaciais e suas consequências, quanto por juristas que estudam os elementos geográficos para compreender o critério espacial de seu objeto de estudo.

Segundo Fraxe (2005) a falta de um maior entrelaçamento entre o Direito e a Geografia contemporânea prejudicou uma melhor visibilidade, dentro do sistema jurídico brasileiro, particularmente quanto ao alcance necessário das normas que tratam do espaço. Losano (2014), ajuda neste entendimento, uma vez que explicita que geodireito pode ser definido como ramo do conhecimento jurídico que, na perspectiva multidisciplinar de entrelaçamento da Geografia ao Direito, tem por objetivo melhor interpretar os fenômenos decorrentes do elo que existe entre o homem e a terra, de maneira a oferecer soluções viáveis no sistema jurídico para os conflitos daí decorrentes.

Portanto utilizar o conceito de geodireito na análise da bacia hidrográfica é fundamental, pois demonstra os conflitos de uso e ocupação nas normatizações existentes entre as diferentes esferas governamentais brasileiras e o que está estabelecido in loco. Para tanto o uso de geotecnologias tem sido apontado como uma alternativa na realização de trabalhos que necessitam do monitoramento e mapeamento dos recursos naturais, devido principalmente ao seu relativo baixo custo e eficiência nos resultados apresentados.

Nesta perspectiva, a presente pesquisa foi realizada na bacia Hidrográfica do Rio João Mendes a qual se situa na região metropolitana do Rio de Janeiro, na cidade de Niterói. Esta cidade apresenta segundo o último censo do IBGE (2010), um total de 487.562 habitantes. Atualmente estima-se que este número já ultrapassou a marca de meio milhão de habitantes e a ocupação habitacional concentra-se no litoral do município, fundo de vales e nas meias encostas, com uma expansão gradativa em direção às áreas de proteção ambiental (LEAL, et al. 2016).

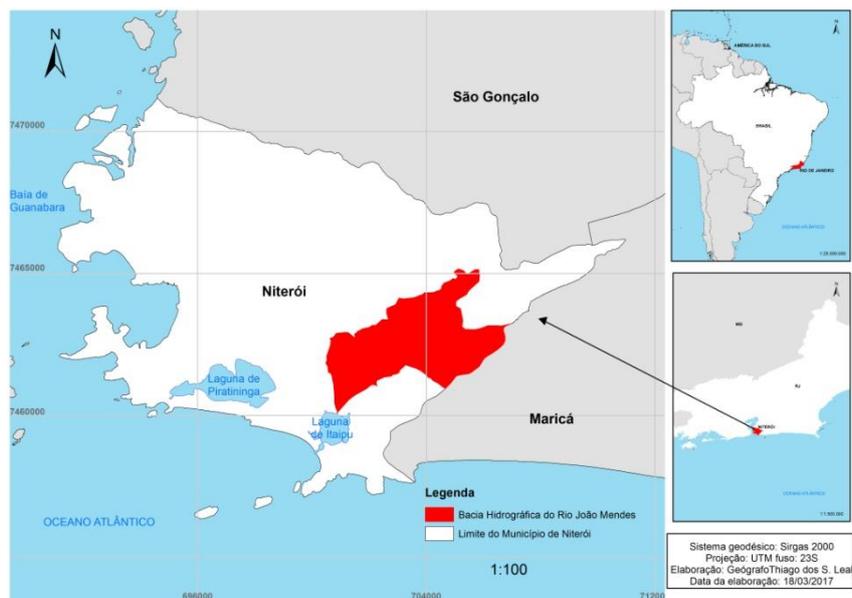
Desta forma, este trabalho objetiva quantificar e avaliar com uso de geotecnologias o conflito de uso do solo segundo a legislação ambiental vigente buscando subsidiar o planejamento e gestão ambiental na bacia.

### Metodologia

O estudo abrange a bacia do Rio João Mendes que apresenta 14,30 Km<sup>2</sup> de área, compreendendo mais de 10% da área total do município (conforme demonstra o Figura 1), ocupando os bairros de Engenho do Mato, Maravista, Rio do Ouro, Santo Antônio, Serra Grande, Várzea das Moças e Itaipu que se encontram intensamente urbanizados e onde ocorrem inúmeros eventos de enchentes, inundações e alagamentos. Possui, em termos hidrológicos, destaque em função de ser a bacia de maior importância na contribuição para Laguna de Itaipu.

A primeira etapa consistiu na aquisição dos dados. As ortofotos do levantamento aerofotogramétrico do município de Niterói em formato *GeoTIFF*., do mês de agosto de 2014 com resolução espacial de 10cm, a rede de hidrográfica, a área de preservação permanente de Topo de Morro (pela Resolução INEA Nº93/2014), a delimitação da faixa marginal da laguna de Itaipu (Decreto estadual Nº 42934/2011) e as curvas de nível com equidistância de 0,5 metro em formato shapefile (shp.) foram adquiridas no site SIGEO – Niterói (<http://www.sigeo.niteroi.rj.gov.br>) da própria Prefeitura.

Para o desenvolvimento das análises dos conflitos ambientais nas áreas protegidas em segundo lugar foi gerado um mapa de áreas construídas na bacia a partir das ortofotos da Prefeitura Municipal de Niterói de 2014. Utilizou-se o software Arcgis® ferramenta *toolbars/ImageClassification*, com classificação supervisionada *Maximum Likelihood*. Assim foram utilizadas duas classes: área edificada e cobertura vegetal. A classificação de área edificada levou em consideração a área urbanizada (referente às construções e arruamentos), e a cobertura vegetal da bacia (referente às áreas verdes), conforme figura 2.



**Figura 1.** Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio João Mendes, Niterói- RJ.  
**Fonte:** Elaborado pelos autores



**Figura 2:** Classificação das fotografias aéreas de 2014, a partir das classes “área edificada” e “cobertura vegetal”.  
**Fonte:** Elaborado pelos autores.

A terceira etapa consistiu na delimitação das áreas protegidas. Em relação aos cursos d’ água e a declividade, foi utilizado o Código Florestal (Lei Federal Nº12651), assim se estabeleceu 30 metros de faixa marginal de proteção, pois os cursos tinham menos de 10 metros de largura e as encostas ou partes destas com declividade superior a 45° foram encaradas como áreas de preservação permanente. Para delimitação da Faixa Marginal de Proteção foi utilizado o software Arcgis® ferramenta *Buffer* as áreas de proteção dos cursos hídricos.

Destaca-se que a faixa marginal foi estabelecida a partir das margens da rede hidrográfica adquirida e que em alguns trechos o que se apresenta hoje são galerias de água pluviais ou canais que estão retificados. A delimitação da Faixa Marginal pelo Código Florestal se justifica uma vez que essas áreas em período anterior a ocupação urbana apresentavam drenagens intermitentes e/ou perenes as quais foram alteradas o que levou modificações ambientais significativas na bacia.

Já para delimitação das áreas de preservação permanente por declividade a partir das curvas de nível foi utilizado o software Arcgis® e gerado um Modelo Digital de Terreno (MDT) através da ferramenta *3D Analyst Tools/RasterInterpolacion/Topo para Raster* com resolução de 0,5 metro, e posteriormente com a ferramenta *3D Analyst Tools/Raster Surface/Slope*.

Na foz do Rio João Mendes por meio do Decreto Estadual N°42355/2010 (alterado pelo Decreto N° 42934/2011) foi demarcada a Faixa Marginal de Proteção da Laguna de Itaipu. Optou-se neste trabalho por utilizar esta delimitação, pois é mais restritiva em relação ao novo código Florestal que indica apenas 30 metros para o entorno das lagoas em áreas urbanas.

No que concerne às áreas de preservação permanente dos Topos de Morro cabe esclarecer que caso fosse utilizado o método estabelecido pelo novo Código Florestal (Lei Federal N°12651/2012) existiriam poucas áreas de APPs desta categoria na bacia do Rio João Mendes, tendo em vista que deveria ser usado o ponto de sela mais próximo da elevação. Devido à limitação desta metodologia para aplicação no Domínio Mares de Morros no Estado do Rio de Janeiro, o INEA através da Resolução N° 93/2014 estabeleceu uma metodologia única para a delimitação de áreas de preservação de topo de morro, para assegurar o princípio da segurança jurídica e por meio de procedimentos automatizados evitar a subjetividade.

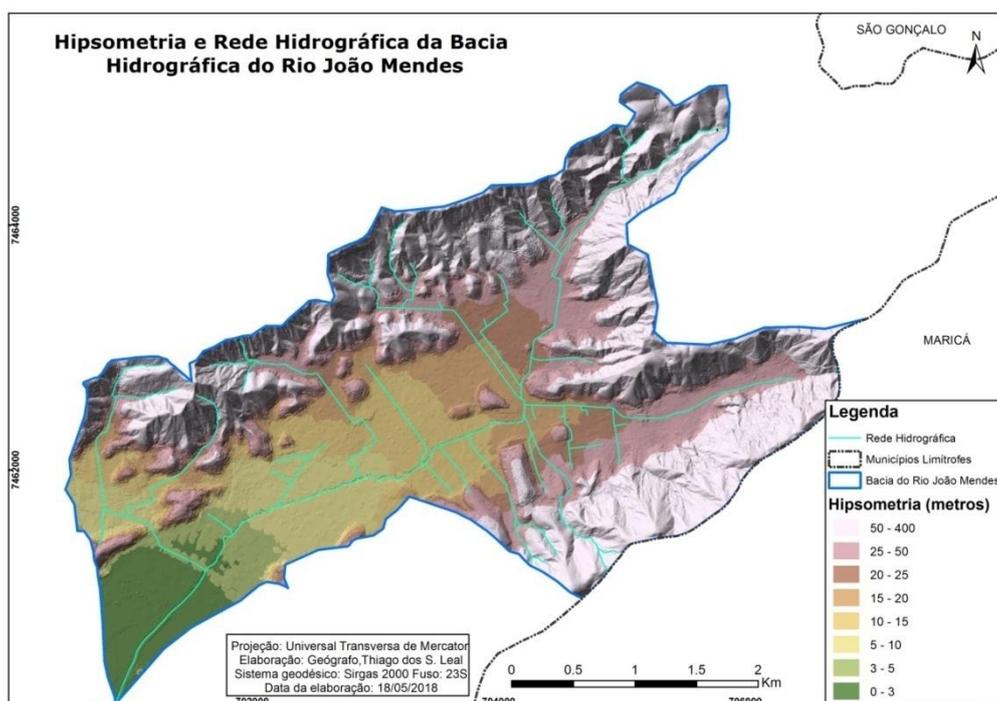
Tendo em vista que no novo Código Florestal apenas o entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes devem ser protegidos, se optou neste trabalho por não fazer a extração automática das APPs desta categoria em ambiente SIG, uma vez que a propensão a erros poderia ser desmedida, devido à inclusão das nascentes

intermitentes. Assim para avaliação das ocupações irregulares nas cabeceiras de drenagem da bacia foram usadas as áreas de duas unidades de conservação de proteção integral, uma de nível municipal e outra de nível estadual, a saber, respectivamente: a Reserva Ecológica Darcy Ribeiro (instituída e delimitada na Lei Municipal Nº 1566/1997) e o Parque Estadual da Serra da Tiririca (instituído na Lei Estadual Nº 1901/1991 e delimitado pela Lei Estadual Nº 5079/2007).

Na quarta etapa por meio do software Arcgis®, ferramenta *Analyst Tool/intersect* foi realizado o cruzamento dos dados de área edificada com as áreas protegidas sem o sobreposicionamento dos dados, buscando aferir as áreas com e sem conflito de uso.

### Resultados

A bacia estudada apresentou 14,30 Km<sup>2</sup> de área e a hipsometria, gerada a partir do modelo digital de terreno (MDT), variou entre 0 e 400 metros, conforme figura 3. A rede de drenagem na bacia foi alterada por obras de engenharia tanto de forma regular quanto irregular apresentando vários pontos de canais retinizados, como pode ser visto na figura 3.



**Figura 3:** Hipsometria e rede hidrográfica da bacia do Rio João Mendes

Fonte: Elaborado pelos autores

A ocupação da área edificada na bacia apresentou 3,81 Km<sup>2</sup>, o que corresponde a 26,64% da bacia, já a cobertura vegetal está presente em 10,49 Km<sup>2</sup>, o que corresponde a 73,36% da bacia, conforme indica a figura 4. Assim se observa que o processo de urbanização na bacia concentra-se na área de planície, elevando a impermeabilização do solo, o que diminui a infiltração da água e antecipa os picos de vazão no tempo. Somado a isso a retificação dos cursos d'água na bacia torna os escoamentos superficiais mais rápidos aumentando em intensidade e/ou frequência do fenômeno da inundação.

A bacia apresenta, de acordo com as legislações analisadas, diferentes tipos de instrumentos protetivos jurídicos de diversos níveis (municipal, estadual e federal) com enfoque nos cursos d'água, lagoas, declividade de encostas, topos de morro e unidades de proteção integral, conforme indica a figura 5.

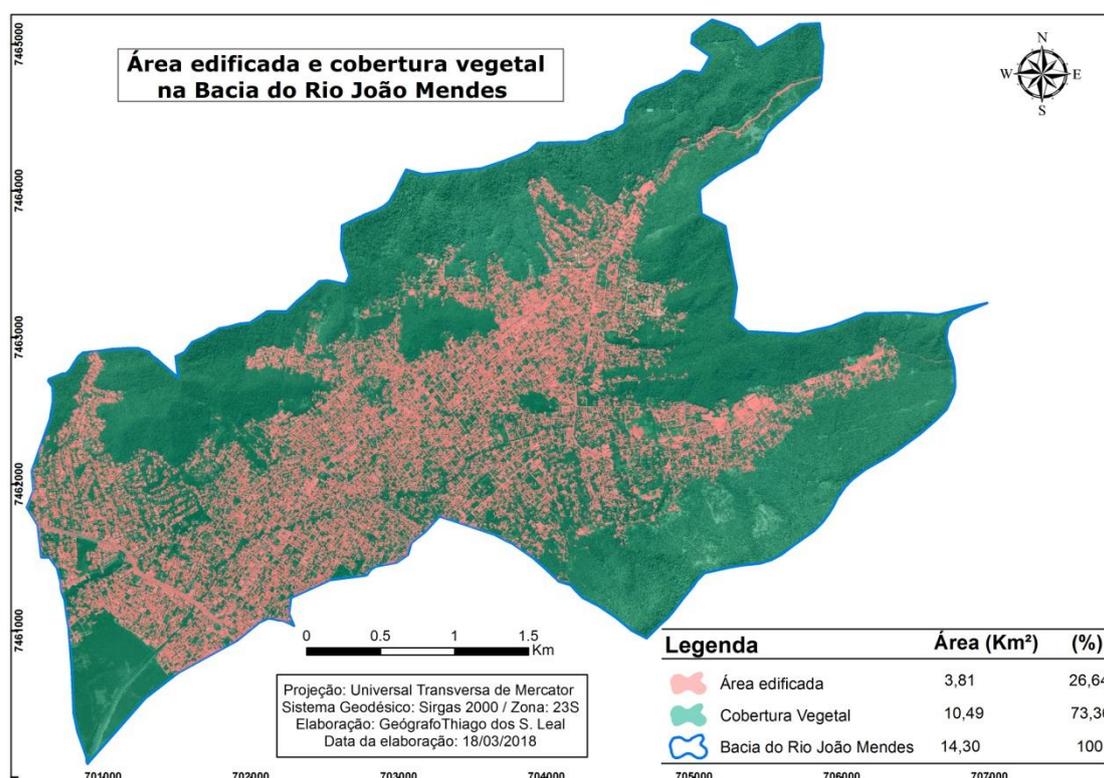
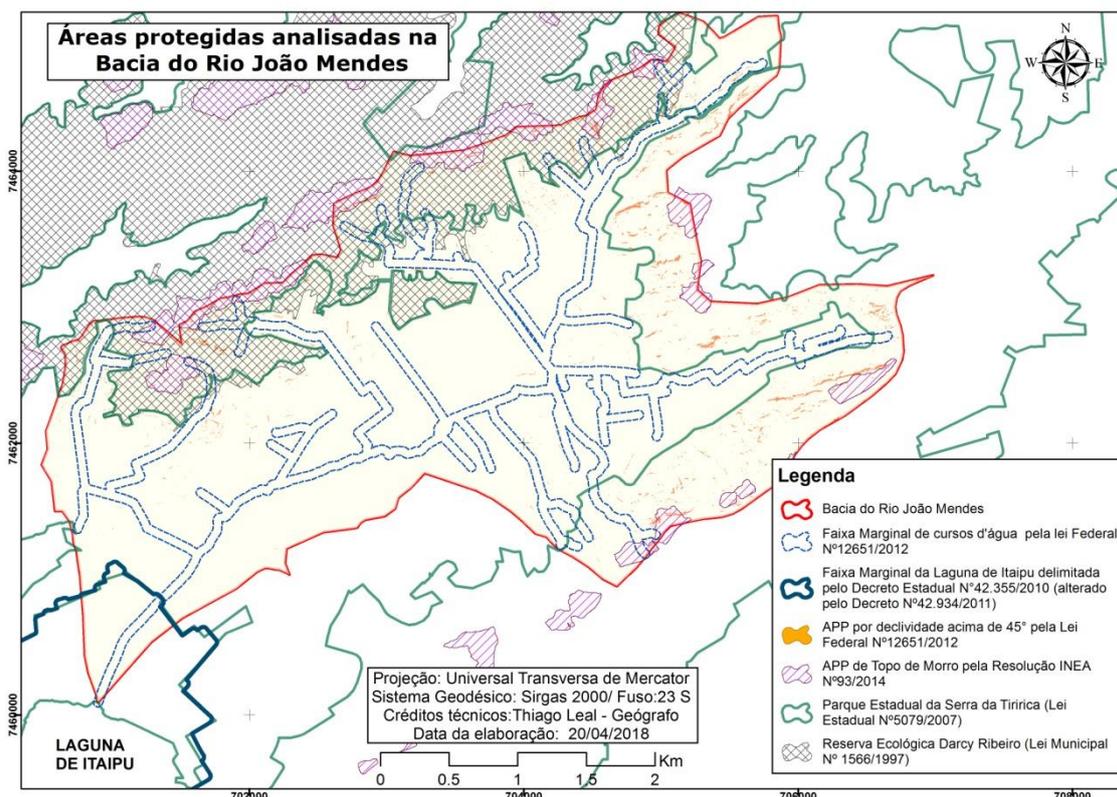


Figura 4: Área edificada e cobertura vegetal

Fonte: Elaborado pelos autores



**Figura 5:** Áreas ambientais protegidas analisadas na bacia  
**Fonte:** Elaborado pelos autores

Do ponto de vista geográfico é o que Santos (1988) denominou de *interlegalidade*, a qual é a dimensão fenomenológica do pluralismo jurídico resultando em um processo altamente dinâmico. Isso porque os diferentes espaços jurídicos não são sincrônicos e por isso também as misturas de códigos de escala, de projeção ou de simbolização são sempre desiguais e instáveis. Assim diferentes ordens jurídicas operam, assim, em escalas diferentes e, com isso, traduzem objetos empíricos eventualmente iguais em objetos jurídicos distintos.

Como se pode perceber na figura 5, as cabeceiras de drenagem se encontram protegidas do ponto de vista legal pelas unidades de proteção integral, uma de nível municipal e outra de nível estadual, as quais se sobrepõem nas porções norte e noroeste da bacia.

Na tabela 1 é apresentada a distribuição espacial dos diferentes tipos de áreas protegidas em relação à área da bacia estudada, as quais estão sob atenção e cuidado especial, em virtude de algum atributo específico ou até único apresentado. É notório

que a APP de cursos d' água (15,27%), o Parque Estadual da Serra da Tiririca (39,72%) e a Reserva Ecológica Darcy Ribeiro (18,25%) se destacam em termos de área da bacia em relação às demais tipologias protetivas.

Outro ponto de merecido destaque é a interseção das tipologias protetivas, ou seja, no interior de uma unidade de conservação de proteção integral pode haver APP de curso d'água, por declividade de encosta, de topo de morro etc. Assim na tabela 1, além de demonstrar a área da bacia ocupada por cada tipologia em relação a bacia, também é demonstrado o total de área protegida sem sobreposição dos instrumentos jurídicos ambientais, configurando uma área de 7,89 Km<sup>2</sup>, ou seja, 55,17% do total de área da bacia.

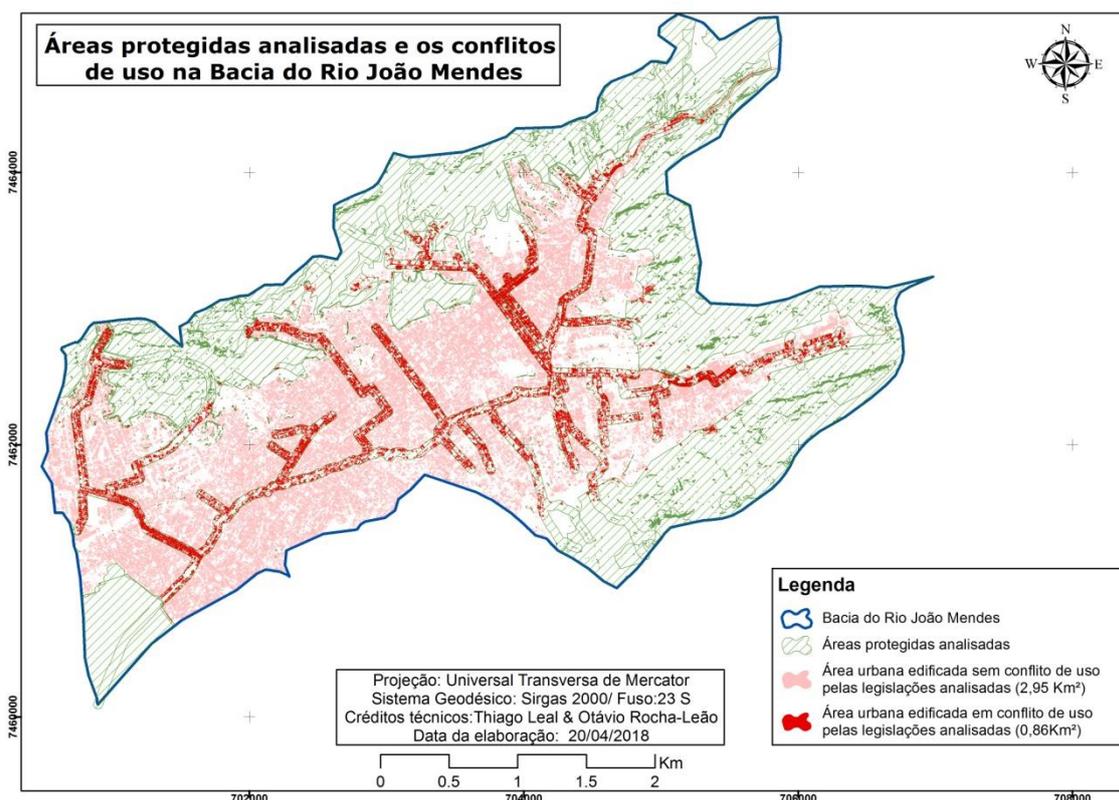
TIPO DE ÁREA PROTEGIDA	ÁREA PERTENCENTE À BACIA (Km <sup>2</sup> )	PORCENTAGEM (%)
APP de cursos d'água	2,17	15,27
APP da lagoa de Itaipu	0,37	2,58
APP por declividade acima de 45°	0,18	1,25
APP de Topo de Morro	0,51	3,56
Parque Estadual da Serra da Tiririca (unidade conservação de proteção integral)	5,68	39,72
Reserva Ecológica Darcy Ribeiro (unidade de conservação de proteção integral)	2,61	18,25
<b>Área total protegida sem sobreposição</b>	<b>7,89</b>	<b>55,17</b>

**Tabela 1:** Distribuição dos tipos de áreas protegidas analisadas compreendidas na bacia.

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

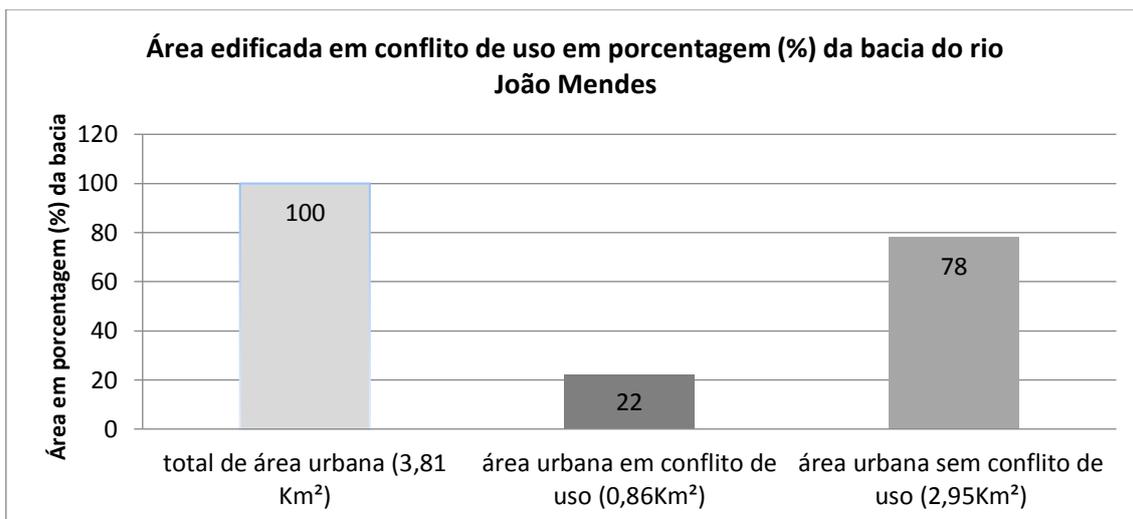
Destaca-se a importância da municipalidade na instituição de mecanismos jurídicos protetivos. A Reserva Ecológica Darcy Ribeiro, por exemplo, conforme indicada na figura 4, instituída pela Lei Municipal Nº1566/1997 é uma Unidade de Proteção Integral e de grande relevância para a bacia hidrográfica do Rio João Mendes uma vez que proporcionou uma maior proteção tanto a biodiversidade quanto a geodiversidade. Leal, Oliveira & Rezende (2017), em estudo sobre macrodiagnóstico de nascentes no município de Niterói, colocam que as três nascentes que apresentaram os melhores indicadores estavam inseridas na Reserva Ecológica Darcy Ribeiro apresentando vegetação em bom estado de preservação, ausência de lixo e esgoto no entorno.

No entanto nem sempre ter um instrumento jurídico protetivo em relação ao ambiente é sinônimo de área efetivamente preservada. Assim é percebido que do total de 3,81 Km<sup>2</sup> de área urbana construída na bacia, 0,86 Km<sup>2</sup> estão em área de conflito de uso nas áreas de preservação permanente e unidades de proteção integral, sendo assim 22% da área urbana edificada apresenta irregularidade em relação à legislação vigente, conforme indica a figura 6 e o gráfico 1.



**Figura 6:** Áreas protegidas analisadas e os conflitos de uso  
**Fonte:** Elaborado pelos autores

De 0,86 Km<sup>2</sup> de área que está em conflito de uso, 0,82 Km<sup>2</sup>, ou seja, 95% das áreas estão relacionadas a ocupações irregulares na faixa marginal de proteção estabelecida pelo Código Florestal, e os outros 0,04 Km<sup>2</sup>, ou seja, 5% de ocupações irregulares estão inseridos nas demais áreas ambientalmente protegidas. Tal fato promoveu como consequência imediata à diminuição da mata ciliar que deveria ser preservada na bacia.



**Gráfico 1:** Área edificada com e sem conflito de uso

As áreas sem conflito de uso 2,95 Km<sup>2</sup> (78% da área total da bacia) compreende principalmente as áreas pertencentes às duas unidades de conservação de proteção integral, as quais também apresentam um relevo mais acidentado e um bom estado de preservação da Mata Atlântica.

Segundo Rodrigues (2004) as matas ciliares exercem funções hidrológicas e ecológicas de proteção aos solos e aos recursos hídricos, por meio da manutenção da qualidade da água; da regularização dos cursos d'água; da conservação da biodiversidade. Assim, de acordo com Molion (1985), a remoção das florestas pode interferir no ciclo hidrológico em qualquer um de seus componentes, quais sejam: o escoamento superficial (runoff), evapotranspiração, saldo de importação de vapor d'água, precipitação e umidade do solo.

### Considerações finais

Com os resultados obtidos foi possível quantificar e avaliar as áreas em conflito em relação às legislações ambientais na bacia. Por meio das técnicas de geoprocessamento e do sensoriamento remoto foi possível correlacionar, com rapidez e baixo custo, diferentes camadas de informação e suas respectivas relações com os instrumentos normativos vigentes.

Leal & Rocha-Leão, *Geotecnologias aplicadas na avaliação de conflitos ambientais nas áreas protegidas na bacia do rio João Mendes, Niterói - RJ*

Espacializar na bacia o que está estabelecido em leis, decretos e resoluções contribuiu para o entendimento dos aspectos jurídicos que promovem maior restrição a ocupação e ajudam a preservar a permeabilidade da bacia, interferindo diretamente na dinâmica hídrica, o que auxilia o gestor público no momento da tomada de decisão.

Desta maneira as áreas urbanas em conflito de uso tendo em vista a legislação ambiental vigente são de 22% (0,86Km<sup>2</sup>), sendo que destas 95% (0,82 Km<sup>2</sup>) está relacionada a ocupações na faixa marginal de proteção pelo Código Florestal (Lei Federal Nº12651/2012).

É de suma relevância a preservação da mata ciliar, uma vez que a mesma é um importante fator da regulação dos mecanismos hidrológicos da bacia. Mas também para além da preservação do ambiente na bacia, é igualmente relevante a preservação das vidas humanas que sofrem tanto com perdas materiais quanto com o risco de perder a própria vida com moradias inseridas na planície de inundação nas áreas ribeirinhas.

### Referências Bibliográficas

- FRAXE, J. M. P. *Geodireito no Vale do Javari: a percepção contemporânea de espaço, lugar, tempo e experiência na visão pragmático-jurídica*. Recife, PE: Universidade Federal de Pernambuco, 2005.
- MOLION, L. C. B. *Influência da Floresta no Ciclo Hidrológico*. in: *XI Seminário sobre Atualidades e perspectivas Florestais*. A influência das florestas no Manejo de bacias hidrográficas (anais), 1985.
- LEAL, T.; OLIVEIRA, B. R. G. & REZENDE, P. B. *Mapeamento e Avaliação dos impactos ambientais nas nascentes do município de Niterói-RJ: análise macroscópica*. Disponível em: <<https://conferencias.ufrj.br/index.php/wac/wap2017/paper/view/1674>>. Acesso em 15 nov. 2017.
- LEAL, T.S.; OLIVEIRA, B.G.; BITTENCOURT, P.O. & BEDRAN, R.C. *Caracterização Geomorfométrica das bacias hidrográficas dos rios das Pedras e Pendotiba: subsídios na gestão de unidades de conservação em Niterói/RJ. 1º Encontro sobre Unidades de Conservação de Niterói*. 2016. Disponível em:<<https://www.smarhs.niteroi.rj.gov.br/1-encontro-uc-s>> . Acesso em 20 de Nov. 2017.
- LOSANO, M. G. *Direito e geografia: o espaço do direito e o mundo da geografia*. Direito & Justiça, Porto Alegre, v. 40, n. 1, p. 84-93, jan.-jun. 2014.

RODRIGUES, V. A. *Morfometria e Mata Ciliar da Microbacia Hidrográfica*. Workshop em manejo de bacias hidrográficas. 2. ed. Botucatu, 2004.

SANTOS, B. de S. *Uma cartografia simbólica das representações sociais: o caso do Direito*. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 24, 139-172, 1988.

**Data de Submissão: 13/11/2018**

**Data da Avaliação: 10/12/2018**