

## Mapeamento de áreas de preservação permanente de topo de morro e encostas do município de Saquarema, RJ

Bruno de Souza Garcia<sup>1\*</sup>; Camila da Silva Dourado<sup>2</sup>; Gabriella Pierobon Moraes<sup>1</sup>; Maria Luiza de Souza Batista<sup>1</sup>; Vanessa da Silva Bitter<sup>1</sup>; Wellington Rodrigo Fernandes da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Engenharia Agrônômica, Centro Universitário Adventista de São Paulo – UNASP, Engenheiro Coelho, SP. <sup>2</sup> Engenharia Agrônômica, Centro Universitário Adventista de São Paulo – UNASP, Engenheiro Coelho, SP e Universidade Estadual de Campinas – CEPAGRI/UNICAMP, Campinas, SP.

<sup>1\*</sup> eubrunogarcia@gmail.com

**Resumo:** As ocupações irregulares em Áreas de Preservação Permanente se tornaram comuns diante do processo desordenado do crescimento urbano das cidades brasileiras. Neste cenário, encontra-se o município de Saquarema que com a intensificação de forma contínua do turismo tem promovido à expansão da urbanização do município. Este aumento populacional não apenas levou à especulação de terras, mas também a ocupação criminosa de áreas de proteção ambiental, compostas por restingas, brejos e fragmentos de Mata Atlântica, além de áreas de serras e montanhas, as quais carecem ainda mais em material de estudo. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo a delimitação de Áreas de Preservação Permanente de Encostas e Topos de Morro no município de Saquarema. Para isto, foram utilizados dados vetoriais e dados de imagens de satélite da missão SRTM para gerar mapas de Modelo de Elevação Digital, Declividade, curva de nível, além de imagens do satélite Landsat 8. A integração desses dados vetoriais e orbitais, apoiado às ferramentas computacionais de geoprocessamento e no tratamento dessas informações espaciais possibilitou delimitar as áreas de preservação permanente. Os resultados mostraram que o total das APPs de Encostas e de Topo de Morro correspondem a aproximadamente 7,66% da área do município. Essa porcentagem faz imediata referência a baixa parcela de terrenos com elevada declividade no município, observada nos mapas de declividade. Observou-se também que a atual expansão das áreas urbanas, devido a especulação imobiliária com o avanço do turismo, na região não atingiu as APPs estudadas neste trabalho.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento; especulação imobiliária; turismo; ocupação de terras; legislação ambiental.

## Mapping of permanent preservation areas on hill top and slopes of the municipal district of Saquarema, RJ

**Abstract:** The irregular occupations of Permanent Preservation Areas have become common in the face of the disorderly process of urban growth in Brazilian cities. In this scenario, there is the municipal district of Saquarema which, through the continuous intensification of tourism, has promoted the expansion of its urbanization. This population increase has not only led to land speculation, but also the criminal occupation of environmental protection areas, which includes restingas, swamps and Atlantic Forest fragments, as well as areas of mountains which still lack further study material. In this context, the purpose of this paper was to delimit the Permanent Preservation Areas of Slopes and Hill Tops in the municipality of Saquarema. To this end, vector data as well as image data from the SRTM mission satellite were used to generate maps of Digital Elevation Model, Declivity, Contour Line, as well as images from Landsat 8 satellite. The integration of these vector and orbital data, supported by computational tools of geoprocessing and in the treatment of the spatial information, enabled the delimitation of the permanent preservation areas. The results showed that the total of the PPAs of Slope and Hill Tops correspond to approximately 7.66% of the area of the municipality. This percentage makes immediate reference to the low portion of land with high declivity in the municipality, observed in the declivity maps. It was also observed that the current expansion of urban areas in the region due to real estate speculation by the intensification in tourism has not reached the PPAs studied in this work.

**Keywords:** Geoprocessing; real estate speculation; tourism; land occupation; environmental legislation.

## Introdução

Saquarema é um município brasileiro do estado do Rio de Janeiro, localizado nas Mesorregião das Baixadas Litorâneas, também conhecida como Região dos Lagos e destaca-se pelas suas belas praias, lagoas, cachoeiras e montanhas. De acordo com Herculano (2004), até meados da década de cinquenta, o distrito-sede era composto por uma área de restinga pouco alterada, contendo uma pequena colônia de pescadores e um centro religioso católico.

No entanto, a partir de 1955, a cidade litorânea começou a se distanciar de uma realidade agropesqueira, tornando-se ponto de veraneio das camadas metropolitanas, principalmente após o fim da agricultura na localidade com o fechamento da Usina Santa Luzia, responsável pelo processamento da cana-de-açúcar (HERCULANO, 2004).

Desde então, o turismo tem se consolidado como o principal pilar de fomentação de capital no município, sendo somado, em 2019, à lista de cidades no programa Investe Turismo, parceria do Ministério do Turismo e do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) que integrará a cidade à rota dos investimentos turísticos do Governo Federal (PREFEITURA DE SAQUAREMA, 2019).

A crescente expansão da urbanização de ocupação sazonal tem levado não apenas à especulação de terras nas regiões interioranas do município, mas também a ocupação criminosa de áreas de proteção ambiental, compostas por restingas, brejos e fragmentos de Mata Atlântica, além de áreas de serras e montanhas que delimitam as fronteiras do município.

Segundo a Lei Federal Nº 12.651 de maio de 2012 às Áreas de Preservação Permanente (APPs) são definidas como “áreas cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012). As APPs assumem valores de natureza econômica, ecológica, paisagística, física e psicológica, nos ambientes urbanos ou rurais (GUIMARÃES e MOREIRA, 2018).

Os topos de morro e encostas são considerados APPs pela Lei Federal Nº 12.651 de maio de 2012. Além das funções citadas anteriormente, os topos de morro e encostas oferecem outras vantagens e serviços ambientais, dentre os quais: proporcionam a infiltração das águas pluviais, a diminuição do escoamento superficial e, conseqüentemente, do potencial erosivo, além de serem áreas preferenciais para a recarga

de aquíferos (GUIMARÃES e MOREIRA, 2018). Desta forma, a manutenção da vegetação nativa nessas áreas é fundamental para o cumprimento de funções ambientais, ecológicas e preservação de espécies.

A Resolução CONAMA N° 303/2002 define as APPs de topo de morro com elevação de terreno com cota do topo em relação à base de cem metros, ou seja, é necessário que a distância entre o cume e o ponto de sela mais próximo (para terrenos ondulados) ou que a distância entre o cume e a base da planície regular ou curso d'água adjacente (terrenos planos) seja igual ou superior a 100m e a inclinação média mínima seja de 25° ou superior. As APPs de encosta ou parte destas, por sua vez, devem possuir declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha maior de declive.

Por esse motivo, o incremento de técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto na região tem potencial vital na regulamentação e vigilância de áreas frágeis e de uso restrito, dispondo de importantes ferramentas aplicáveis ao planejamento geográfico com o propósito de auxiliar a investigação da adequação do uso do solo em áreas de preservação permanente (CATELANI e BATISTA, 2007).

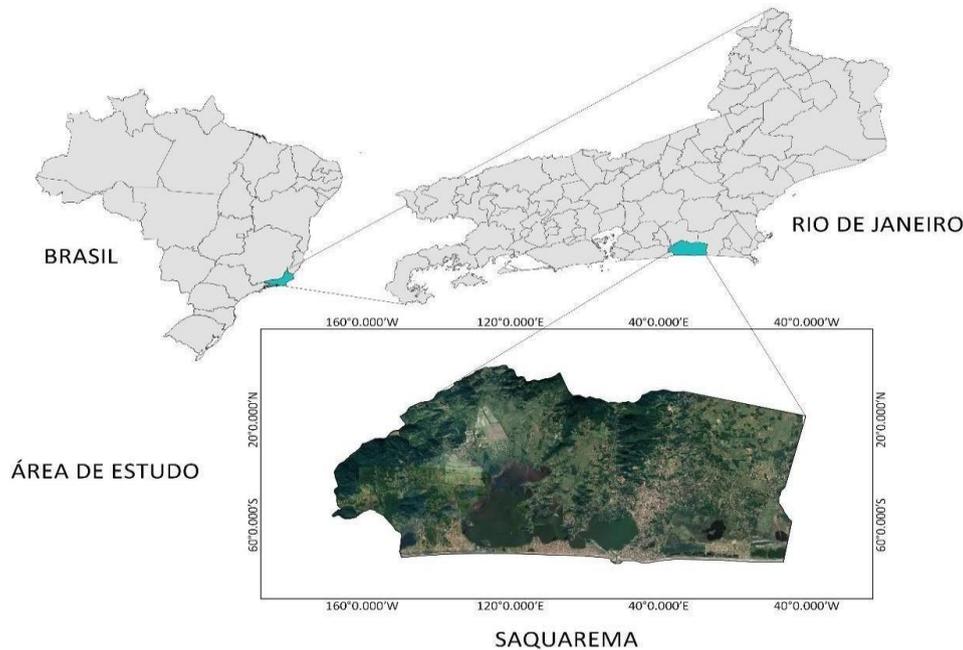
Entretanto, a porcentagem de trabalhos com o objetivo de investigar e demonstrar a eficácia da tecnologia em terras saquaremenses tem sido quase nula, especialmente na delimitação das áreas de preservação permanente descritas no Código Florestal (BRASIL, 2012), sendo a falta de dados ainda mais pronunciada em áreas de topo de morros e de encostas. Desta forma, este trabalho tem como objetivo a geração de mapas de delimitação das Áreas de Preservação Permanente em Topos de Morros e Encostas, previstas na legislação ambiental brasileira, com vistas a fornecer suporte aos órgãos ambientais para fiscalização dessas áreas diante do cenário de especulação imobiliária no município de Saquarema.

## **Materiais e Métodos**

### ***Caracterização da Área de Estudo***

A área de estudo corresponde ao município de Saquarema, localizado no centro da Região dos Lagos do estado do Rio de Janeiro, entre as coordenadas 22° 55' 52" Sul, 42° 29' 47" Oeste (Figura 1). Saquarema é uma região de bastante atividade turística, intensificada principalmente em períodos estivais, onde o clima tropical característico da cidade e as diversas praias e lagoas cativam olhares muito além das fronteiras do estado.

**Figura 1** – Localização da área de estudo correspondente aos limites do município de Saquarema em relação ao Brasil e Estado do Rio de Janeiro.



FONTE: IBGE, 2015; Google Maps, 2019.

Historicamente, Saquarema era ocupada por tribos indígenas denominados Tamoios. Estes eram exímios canoieiros e ao cruzarem a Lagoa de Saquarema a apelidaram de “socó- rema” que quer dizer em seu dialeto “bandos de socós” (ave pernalta abundante na lagoa na época), expressão que futuramente se converteria no nome da cidade.

Os solos do município são bastante diversificados, com predominância dos solos tipo Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos na porção superior ao litoral entrecortados por Neossolos Flúvicos. Nas zonas próximas aos cursos d’água e lagoas destacam-se Gleissolos e Espodossolos, enquanto Neossolos Quartzarênicos delimitam a linha costeira (GeoInfo, 2006). O relevo é predominantemente plano, somando 82,72% da área total do município de 352.130 km<sup>2</sup>, ao passo que formas onduladas de relevo abrangem 17,24% do município e superfícies montanhosas e forte-montanhosas preenchem apenas 0,04% de extensão territorial. Segundo o IBGE (2010) a população em seu último censo era de 74.234 habitantes, tendo como densidade demográfica 209,96 hab/km<sup>2</sup>.

### ***Geração do Mapa de Preservação Permanente de Topos de Morro e Encostas Fundamentação Legal***

O método utilizado para o Mapeamento de Áreas Protegidas, em especial as Áreas

de Preservação Ambiental de Topo de Morro e Encostas foi baseado na Lei Federal N° 4.771, de 1965 que instituiu o Código Florestal Brasileiro e nas Resoluções CONAMA N° 303/2002. As áreas protegidas foram mapeadas seguindo critérios específicos estabelecidos na legislação em relação a cada classe descrita na Resolução CONAMA 303/2002, transcrita a seguir e conforme CATELANI e BATISTA 2007, p. 33, apud Oliveira et al. (2006):

Art. 3° Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

I - no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base;

II - nas linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros;

III - em encosta ou parte desta, com declividade superior a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive;

### ***Aquisição e Processamento dos Dados***

Para elaboração dos produtos cartográficos foram utilizados dados vetoriais no formato *shapefile*, das informações relacionadas à área do limite municipal de Saquarema, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, extraídos dos arquivos do censo de 2015. O Datum adotado foi o SIRGAS2000, sistema de coordenadas Latitude e Longitude, e sistema de projeção Universal Transversa de Mercator.

Para elaboração do mapa de Modelo de Elevação Digital e, posteriormente o mapa de declividade e de curva de nível, foram utilizados os dados altimétricos das imagens de radar da missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) disponibilizados pelo site da NASA no United States of Geological Survey - USGS (sigla em inglês), no endereço virtual (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). As imagens de radar SRTM possuem informações altimétricas com resolução espacial de 30 metros. Foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8 do local correspondente ao município de Saquarema sobrepostas à demarcação das APPs de topo de morro e encostas, adquiridas a partir do serviço de mapas do Google, através de ferramentas do QGIS 3.0, a fim de proporcionar uma melhor visualização das áreas recém delimitadas.

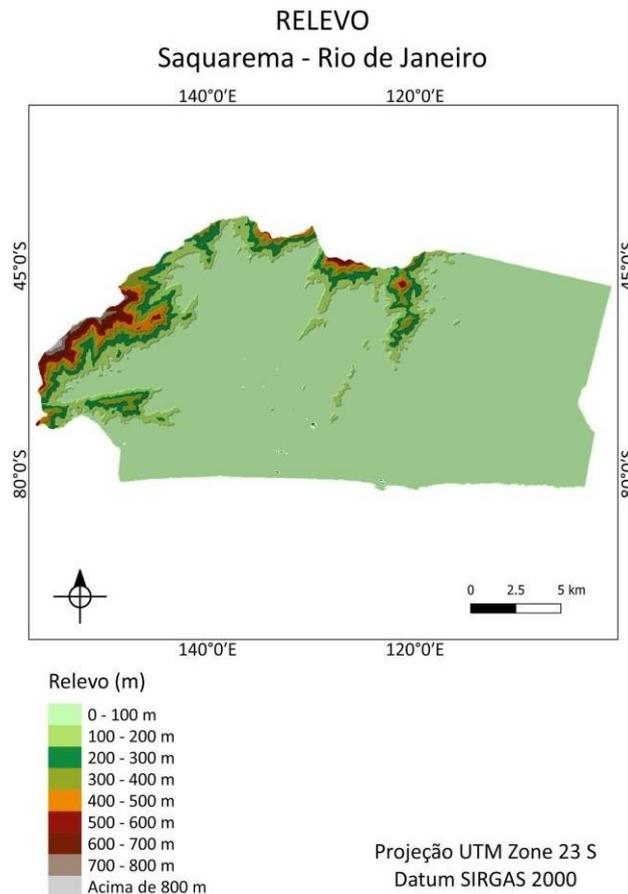
A utilização de um SIG (Sistema de Informações Geográficas) para efetuar o mapeamento de áreas de proteção permanente em topo de morro e encostas só foi possível mediante o tratamento prévio de camadas de informações geográficas que expunham dados topográficos de relevo, declividade e curva de nível. Para este processamento foi utilizado o software QGIS versão 3.0 (2019).

A partir da grade do Modelo Digital de Elevação gerada com base nos dados altimétricos, foram geradas grades de declividade da qual foram extraídos as APPs. As áreas cuja declividade apresentou valores iguais ou superiores a 45° ou 100%, foram identificadas como às APPs de encostas (BRASIL, 2012). O mesmo procedimento ocorreu para determinação das APPs de topo de morro (montes, serras e montanhas), sendo a altura mínima do ponto de sela ao topo do morro de 100 metros e apresentando inclinação média mínima de 25°, a fim de gerar os mapas específicos de cada ponto de topo de morro encontrado (AULICINO et al., 2000).

### **Resultados e Discussão**

A partir das imagens do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) foi elaborado o Modelo de Elevação Digital – MED, conforme mostra a Figura 2, e posteriormente confeccionado o mapa de declividade do estado do município de Saquarema, conforme apresentado na Figura 3.

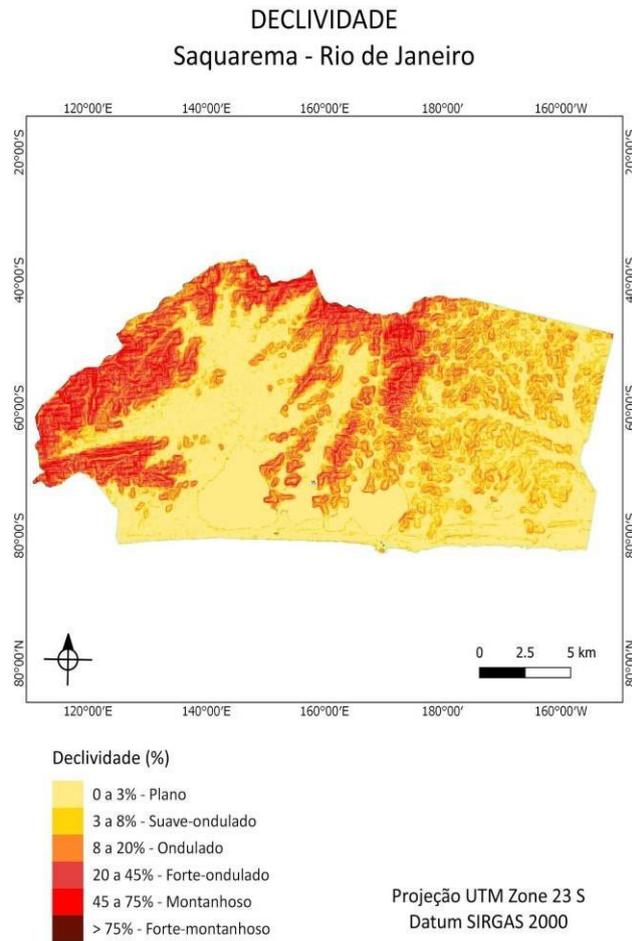
**Figura 2** – Mapa do relevo do município de Saquarema.



**Fonte:** IBGE, 2015; USGS, 2014.

Segundo as descrições do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007), as condições de declividade, comprimento de encostas e configuração superficial dos terrenos, definem as formas topográficas das regiões. A Figura 3 mostra as classes de relevo do município variam do nível Plano (superfície de topografia lisa ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades inferiores a 3%) até o nível Escarpado (áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes, usualmente ultrapassando 75%).

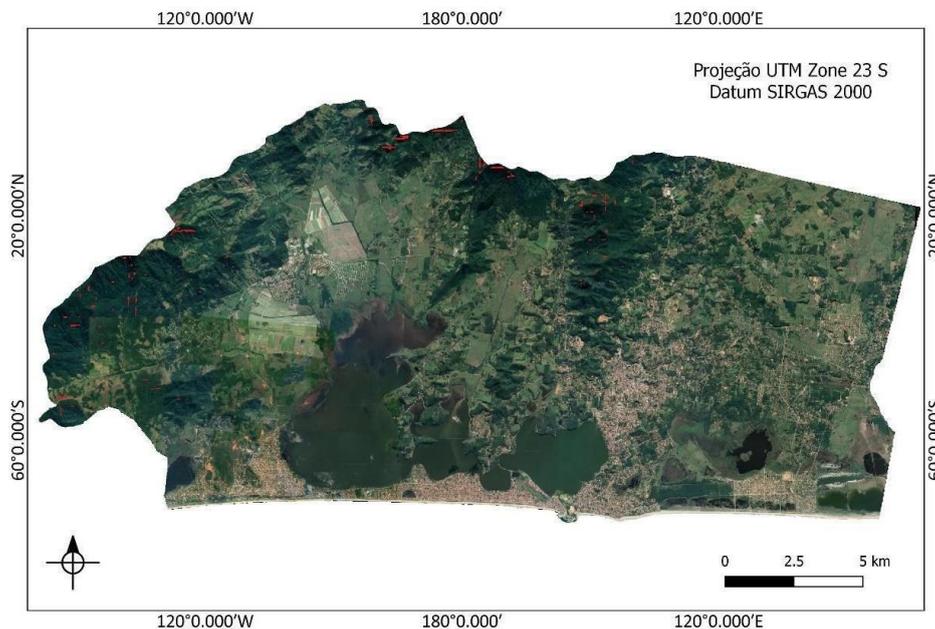
**Figura 3** – Mapa de declividade do município de Saquarema.



FONTE: IBGE, 2015; USGS, 2014.

A partir do cruzamento das informações vetoriais sobre a declividade do terreno, altimetria e curvas de nível com as normas definidas pelo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), foram elaborados os mapas de delimitação de Áreas de Preservação Permanente de Encostas e de Topo de Morro. Desta forma, a Figura 4 apresenta o mapeamento das APPs de encosta do município de Saquarema. Essas áreas estão divididas entre as principais serras que margeiam as fronteiras da cidade com os municípios de Maricá, Tanguá e Rio Bonito (Figura 5).

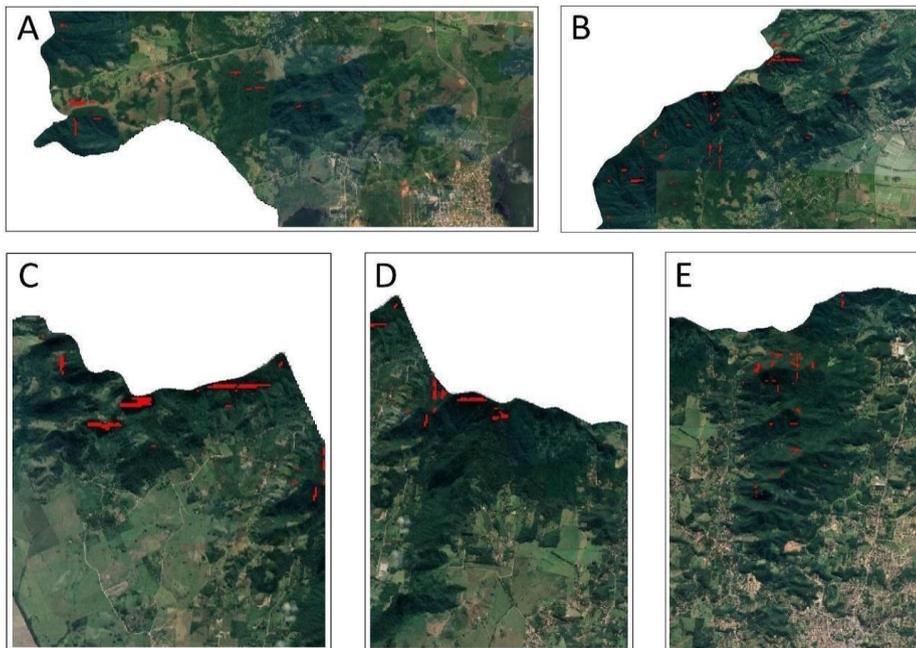
**Figura 4** – Mapa de Áreas de Preservação Permanente (APPs) de encosta do município de Saquarema, RJ.



■ ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE ENCOSTAS

FONTE: IBGE, 2015; USGS, 2014; Google Maps, 2019.

**Figura 5** – (A) APP de Encosta na Serra do Mato Grosso. (B) APP de Encosta na Serras do Mato Grosso, Roncador, Redonda e Tingui. (C) APP de Encosta na Serra do Amar e Querer ou da Boa Esperança. (D) APP de Encosta na Serra do Boqueirão. (E) APP de Encosta na Serra do Palmital



**Fonte:** IBGE, 2015; USGS, 2014; Google Maps, 2019.

A Tabela 1 mostra que as áreas delimitadas como APPs de Encosta corresponde a aproximadamente 613.727 m<sup>2</sup>, totalizando 0,17% do município de Saquarema. Observa-se que a o valor total da área de encosta no município não é tão significativo, quando comparada com a área total do município, isso ocorre devido a baixa concentração de áreas com declividade superiores a 45°.

**Tabela 1** – Área de APP de Encosta do Município de Saquarema.

<b>Área das APPs de Encosta</b>		
<b>Classe de APP</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>% da APP no município</b>
Encosta	613.727	0,17

Através da análise dos mapas de curva de nível e declividade, foram detectados quatro pontos adequados nos parâmetros de Área de Preservação Permanente para Topo de Morro, divididos em quatro áreas de serra posicionadas nos limites do município. Juntas, suas áreas somam aproximadamente 2.123.366 m<sup>2</sup>, sendo 7,49% da área total da cidade, conforme Figuras 6, 7, 8 e 9.

**Figura 6** – (A) Detalhes dos elementos avaliados na interpretação da classe de APP de Topo de Morros. (B) Localização da APP de Topo de Morro através de imagem de satélite do Landsat 8.

ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE TOPO DE MORRO  
DA SERRA DO MATO GROSSO, SAQUAREMA, RJ



Fonte: IBGE, 2015; USGS, 2014; Google Maps, 2019.

**Figura 7** – (A) Detalhes dos elementos avaliados na interpretação da classe de APP de Topo de Morros. (B) Localização da APP de Topo de Morro através de imagem do Satélite Landsat 8.

ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE TOPO DE MORRO  
DA SERRA REDONDA, SAQUAREMA, RJ



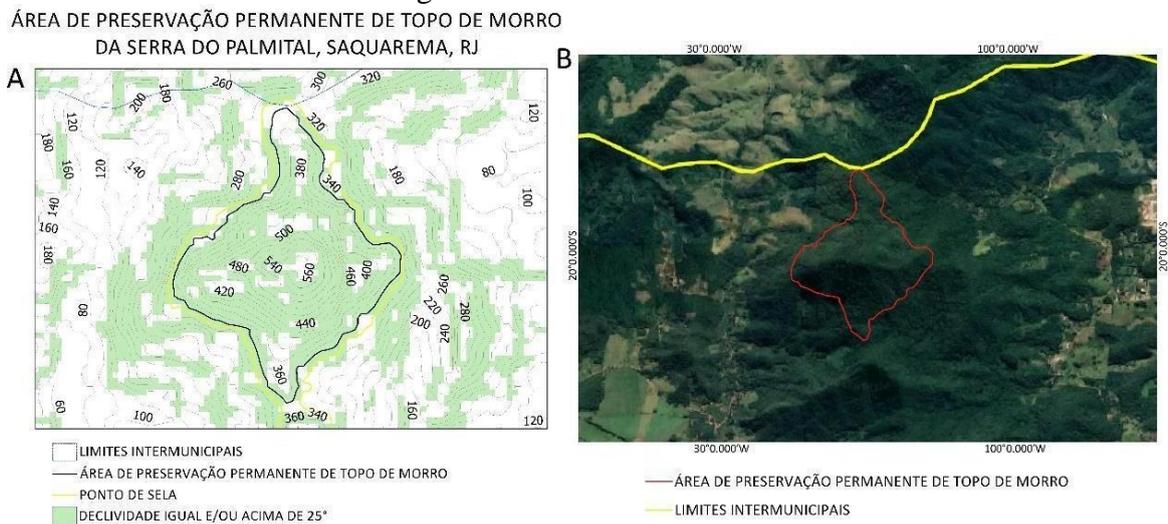
Fonte: IBGE, 2015; USGS, 2014; Google Maps, 2019.

**Figura 8** – (A) Detalhes dos elementos avaliados na interpretação da classe de APP de Topo de Morros. (B) Localização da APP de Topo de Morro através de imagem do Satélite Landsat 8



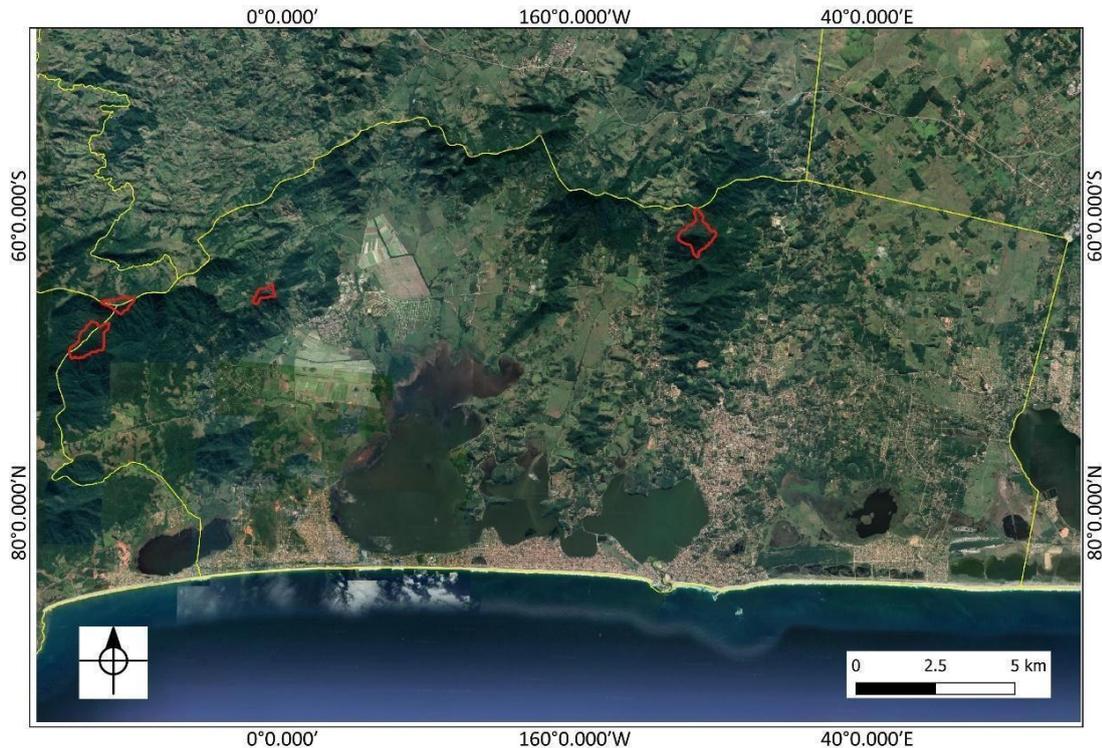
Fonte: IBGE, 2015; USGS, 2014; Google Maps, 2019

**Figura 9** – (A) Detalhes dos elementos avaliados na interpretação da classe de APP de Topo de Morros, utilizando-se o software Qgis. (B) Localização da APP de Topo de Morro através de imagem do Satélite Landsat 8.



Fonte: IBGE, 2015; USGS, 2014; Google Maps, 2019.

**Figura 10** – Mapa de Áreas de Proteção Permanente (APPs) de Topo de Morros do município de Saquarema, RJ



Projeção UTM Zone 23 S  
Datum SIRGAS 2000

■ ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE TOPO DE MORRO

**Fonte:** IBGE, 2015; USGS, 2014; Google Maps, 2019.

### Conclusão

A delimitação das áreas de APPs de Encosta e de Topo de Morro tem relação direta com a declividade do terreno, o que indica a relevância do uso de mapas de declividade em sua delimitação. Desta forma a aplicação das ferramentas de geoprocessamento se mostraram eficientes para a espacialização e demarcação das Áreas de Preservação Permanente proposta pelo trabalho.

O município de Saquarema possui um total de 2.737.093 m<sup>2</sup> de Áreas de Preservação de Topos de Morro e Encostas o que equivale a aproximadamente 7,66% da área do município. Este baixo valor porcentual faz imediata referência a diminuta parcela de terrenos elevados no município.

Apesar da baixa porcentagem das APPs de Topos de Morro e Encostas no município, pode-se inferir que sua delimitação tem papel fundamental na construção de

informações que fomentem a proteção ambiental na localidade. Desta forma, ainda que atualmente estas áreas encontram-se majoritariamente preservadas, este trabalho tem potencial de uso na imposição de limites à expansão urbana em suas regiões periféricas.

### Referências

AULICINO, L. C. M.; RUDORFF, B. F. T.; MOREIRA, M. A.; MEDEIROS, J. S.; SIMI JR., R.

Subsídios para o manejo sustentável da bacia hidrográfica do rio Una através de técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA, 9., 2000, Puerto Iguazu. **Memórias...** . Lujan: SELPER, 2000. p. 899-908

BRASIL. **Lei Nº 12.651 de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF (2012). Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011\\_2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011_2014/2012/Lei/L12651.htm)> acesso em Julho de 2019.

CATELANI, C. S.; BATISTA, G. T. **Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APP) do município de Santo Antônio do Pinhal, SP:** um subsídio à preservação ambiental. Taubaté: Revista Ambiente & Água, 2007.

DART, R. **Mapas de solos no Estado do Rio de Janeiro,** 2016. Disponível em: <<http://geoinfo.cnps.embrapa.br/maps/461>>. Acesso em: 13 nov. 2019.

GOOGLE, INC. **Google Maps.** Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/>>. Acesso em: 16 nov. 2019.

GUIMARÃES, F. S.; MOREIRA, A. A. M. **As áreas de preservação permanente de topo de morro e a lei federal nº 12.651/2012:** um estudo de caso na região da zona da mata - MG. Uberlândia: Revista Caminhos da Geografia, 2018.

GUIMARÃES, F. S.; MOREIRA, A. A. M. **As áreas de preservação permanente de topo de morro e a lei federal nº 12.651/2012:** um estudo de caso na região da zona da mata - MG. Uberlândia: Revista Caminhos da Geografia, 2018. apud FISHER, L. R. C.; SÁ, J. D. M., 2007. Estatuto da Cidade e a Resolução Conama no. 369/2006 Seminário sobre o tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais o Parcelamento do Solo, FAUUSP, São Paulo.

HERCULADO, S. **Saquarema: história de sua urbanização pela função-veraneio e a disputa por suas terras públicas (1955-1980):** analisando um caso de desenvolvimento local na Região dos Lagos (RJ), 1981. Disponível em: <[http://www.professores.uff.br/seleneherculano/wp-content/uploads/sites/149/2017/09/Saquarema\\_v4\\_historia\\_de\\_sua\\_urbaniza%C3%A7%C3%A3o\\_pe\\_lo\\_veraneio\\_e\\_terras\\_p%C3%BAblicas.pdf](http://www.professores.uff.br/seleneherculano/wp-content/uploads/sites/149/2017/09/Saquarema_v4_historia_de_sua_urbaniza%C3%A7%C3%A3o_pe_lo_veraneio_e_terras_p%C3%BAblicas.pdf)>. Acesso em: 13 nov. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama de Saquarema**, 2017. Disponível em:  
< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/saquarema/panorama>>. Acesso em: 13 nov. 2019.

PREFEITURA DE SAQUAREMA. **Programa Investe Turismo realiza a primeira reunião em Saquarema**, 2019. Disponível em:  
<<https://www.saquarema.rj.gov.br/programa-investe-turismo-realiza-a-primeira-reuniao-em-saquarema/>>. Acesso em: 13 nov. 2019.

QGIS.org (2019). QGIS Geographic Information System. **Open Source Geospatial Foundation Project**. Disponível em: <http://qgis.org>. Acesso em: 10 junho. 2019.

USGS. United States Geological Survey. **Earth Explorer**. 2019. Disponível em <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 9 nov. 2019.