

## Uso imagens de radar SRTM para delinear Áreas de Proteção Permanente no topo de morro para apoiar o mapeamento e análise no CAR

Deniezio dos Santos Gomes<sup>1</sup>, Marco Aurélio da Silva Lira Filho<sup>\*2</sup>, Tiago Fernando de Holanda<sup>3</sup>, Mariana Sarah Suica Torres<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.

<sup>2</sup>Especialista em Geoprocessamento pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, Brasil.

(\*Autor correspondente: lirafilho.m.a@gmail.com)

<sup>3</sup>Doutorando em Geografia, Universidade Federal Fluminense, Brasil.

<sup>4</sup>Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.

*Histórico do Artigo:* Submetido em: 24/01/2021 – Revisado em: 10/02/2021 – Aceito em: 14/02/2021

### RESUMO

A falta de meios para auxiliar a administração pública no planejamento e formalização do meio ambiente no meio rural levou ao desenvolvimento do Cadastro Ambiental Rural (CAR), que é o sistema de cadastro eletrônico (SINIMA) do órgão eletrônico competente nacional no âmbito das informações ambientais nacionais. Todas as propriedades rurais são obrigatórias. O CAR é realizado por meio da plataforma do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), que visa integrar informações ambientais e Áreas de Preservação Permanente (APP). Visto que a APP de topo de morro são uma das áreas mais complexas de serem levantadas, este artigo tem por objetivo geral realizar o mapeamento de APP de Topo de Morro por meio de imagens de radar *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) para dar suporte à realização do CAR. Foi adquirida uma folha da SRTM (S09\_w037\_1arc\_v31) articulada no Estado de Pernambuco com resolução espacial de 30 m e de aproximadamente 12.218,39 km<sup>2</sup>, onde nesta foram detectadas 1.034 feições de topos de morros. A metodologia retornou resultados satisfatórios e evidenciou a necessidade do uso de imagem SRTM no mapeamento e análise de CAR.

**Palavras-Chaves:** Cadastro Ambiental Rural; SRTM; APP, Topo de Morro.

## Use SRTM radar images to outline Permanent Protection Areas at the top of the hill to support the mapping and analysis in the CAR

### ABSTRACT

The lack of means to assist the public administration in planning and formalizing the environment in rural areas led to the development of the Rural Environmental Registry (CAR), which is the electronic registration system (SINIMA) of the national competent electronic body in the scope of environmental information nationals. All rural properties are mandatory. The CAR is carried out through the platform of the Rural Environmental Registration System (SICAR), which aims to integrate environmental information and Permanent Preservation Areas (APP). Since the top of the hill APP are one of the most complex areas to be surveyed, this article has the general objective of mapping the top of the hill APP using Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) radar images to support the CAR. An SRTM sheet (S09\_w037\_1arc\_v31) was acquired, articulated in the State of Pernambuco with a spatial resolution of 30 m and approximately 12,218.39 km<sup>2</sup>, where 1,034 hilltop features were detected. The methodology returned satisfactory results and evidenced the need to use SRTM images in the mapping and analysis of CAR.

**Keywords:** Rural Environmental Registration; SRTM; APP; Top of Morro.

Gomes, D.S., Lira Filho, M.A., Holanda, T.F., Torres, M.S.S. (2020). Uso imagens de radar SRTM para delinear Áreas de Proteção Permanente no topo de morro para apoiar o mapeamento e análise no CAR. *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, v.1, n.3, p.29-39.



## 1. Introdução

A preocupação com a preservação e a conservação dos elementos naturais do meio ambiente, visando assegurar as condições de manutenção da vida humana é decorrente da constatação de que muitos dos recursos naturais que dispomos são finitos.

O despertar da ‘consciência ecológica’ pela humanidade teve como um dos principais desdobramentos as conferências ambientais. A primeira delas ocorreu em Estocolmo, na Suécia, no ano de 1972, se definiu o conceito de meio ambiente como sendo: o conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos e sociais capazes de causar efeitos diretos ou indiretos, em um prazo curto ou longo, sobre os seres vivos e as atividades humanas (Ferrari, 2014). Nesta conferência também foi definida a premissa de que a população mundial teria o direito inato de viver em um ambiente com saúde e sem degradações e que estas condições devem-se perpetuar para as gerações futuras.

No decorrer das décadas novas conferências foram realizadas, com destaque têm-se: Eco- 92 na cidade de Rio de Janeiro, Brasil; A Rio+10 em 2002 na cidade de Joanesburgo, África do Sul; E a Rio+20 em 2012 novamente na cidade do Rio de Janeiro. A discussão da problemática ambiental decorrente das conferências internacionais da ONU - Organização das Nações Unidas fez surgir em vários países mecanismos regulatórios e legislações específicas para a gestão dos recursos ambientais (Gurgel, 2017).

Não diferente, no Brasil desenvolveu-se um arcabouço jurídico que normatiza o uso e gestão dos recursos naturais no território, e notadamente o Novo Código Florestal Brasileiro instituído pela Lei 12.651/12 de 25 de maio de 2012 é a legislação ambiental mais proeminente, tendo em vista que institui as regras gerais de uso do solo e determina quais áreas devem ser preservadas e quais regiões são legalmente autorizadas a receber os diferentes tipos de produção no meio rural (Azevedo, 2014). A maior novidade do Novo Código Florestal pode ser vista no Capítulo VI, do Cadastro Ambiental Rural no Art. 29, que determina que todos os imóveis com destinação rural devem estar inscritos no Cadastro Ambiental Rural (CAR).

O CAR é um registro eletrônico, obrigatório que tem por finalidade integrar as informações ambientais referentes à situação das áreas de Reserva Legal, das Florestas, dos Remanescentes de Vegetação Nativa, das Áreas de Uso Restritos, das Áreas Consolidadas e das Áreas de Preservação Permanente (CAR, 2018). A inscrição do imóvel rural no CAR se realiza por meio da declaração de informações dominiais (Dados Alfanuméricos) e ambientais (Dados Geoespaciais) que são integrados com os demais cadastros estaduais, através do SICAR. Entre os dados Geoespaciais passíveis de serem declarados e mapeados no CAR, os mais complexos são os relativos ao mapeamento das Áreas de APP de Topo de Morro, sobretudo por conta das definições subjetivas inferidas pela legislação.

Atentando para o fato do CAR possuir uma componente Geoespacial, que implica em realizar mapeamento cartográfico e pela complexidade do levantamento das feições de Áreas de Preservação Permanente de Topo de Morro, é que se delimita o objetivo geral desta pesquisa, onde busca-se analisar as APPs de Topo de Morro por meio de imagens de radar SRTM para dar suporte à realização do CAR.

Este trabalho tem o objetivo de discutir aplicação de imagens de radar SRTM para o mapeamento de APP de Topo de Morro e assim caracterizar os condicionantes geoambientais da área de estudo que possibilitaram o desenvolvimento de formações geomorfológicas de topo de morro onde possa-se criar subsídios metodológicos para a análise do CAR no tocante ao mapeamento das áreas de APP de Topo de Morro.

## 2. Referencial teórico

Dados provenientes de Sensoriamento Remoto Orbital, principalmente os Modelos Digitais de Elevação (MDE) permitem a obtenção de uma série informações de cunho geológico-geomorfológico e topográficos que permitem uma derivação enorme de estudos e produtos que possibilitam mensurar e representar formas da superfície terrestre.

Para o alcance da resolutividade dos objetivos traçados no presente artigo, fez-se do uso de dados da missão SRTM da Agência Espacial Norte, Americana (NASA), obtidas pelo sensor SIR-C/X-SAR que realizou um levantamento altimétrico da superfície terrestre através de interferometria (Tetsuhi, 2018). O emprego dos dados e produtos derivados das imagens SRTM vem sendo amplamente utilizados na cartografia temática, principalmente para desenvolver cartas topográficas, delimitações de bacias hidrográficas, mapeamentos 3D da superfície terrestre e entre outras aplicações.

Com o advento da legislação que normatiza a delimitação das áreas ambientais protegidas, as *Digital elevation model* - DEM SRTM tornaram-se um excelente subsídio no mapeamento, sobretudo para a APP de Declividade e de Topo de Morro, tendo em vista que possibilitam a obtenção de dados e informações relativas à mensuração de áreas, formas, distâncias e desníveis no terreno (JESUS et al. 2016).

De todas as diretrizes para a definição e delimitação da APP, sem dúvidas os referentes à APP de Topo de Morro são as mais exigentes e as que apresentam as maiores dificuldades de serem determinadas por métodos mais objetivos e precisos. O Código Florestal Brasileiro no seu capítulo II seção 1, art 4º, inciso IX considera APP de topo de morro como:

“no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d’água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;” (BRASIL, 2012).

Arelado a este inciso, o Código Florestal define-se também como APP as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação (BRASIL, 2012). Diante de tantas exigências, o desenvolvimento de técnicas que permitam o mapeamento de tais áreas e que evitem a necessidade de ir in loco para a coleta de dados, representam um ganho de produtividade e muitas vezes uma melhor qualidade e acurácia nos produtos gerados.

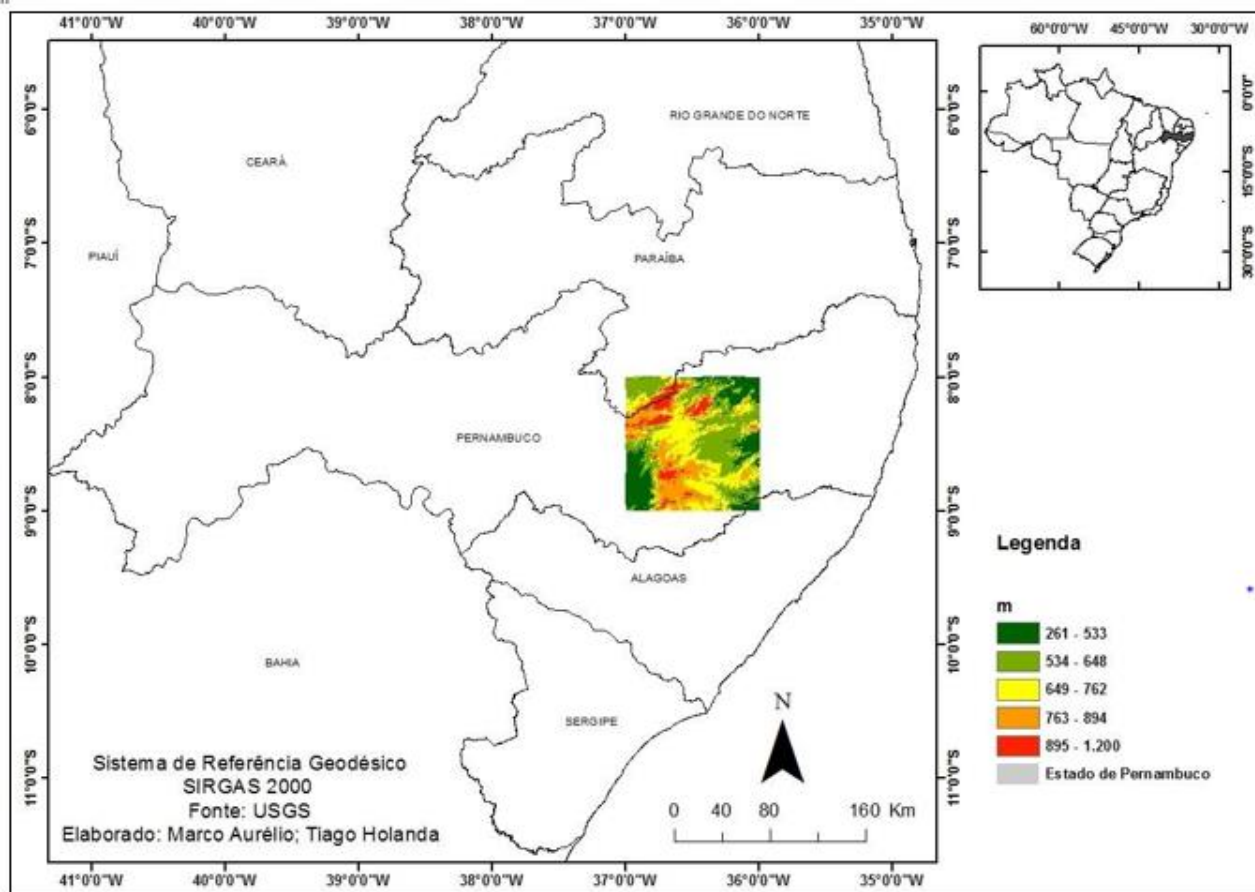
O referido ganho de produtividade e qualidade dos produtos gerados por métodos automatizados é corroborado por Oliveira et al. (2015), onde argumenta que a substituição de métodos analógicos que muitas vezes incluem a interpretação visual subjetiva de um analista por métodos automatizados, torna o processo objetivo e menos passível de erros decorrente da livre interpretação humana.

Neste sentido as imagens de SRTM apoiadas com técnicas de geoprocessamento permitem mensurar e modelar a APP de Topo de Morro com menor grau de erro, pois eliminam erros advindos de coleta manual dos dados e oferece ganho de logística na medida em que permite mapeamento em tempo mais hábil de grandes áreas e locais de difícil acesso (Oliveira, 2016).

### 3. Área de estudo

O objeto de estudo, no caso, a folha SRTM (S09 w037 1arc v31) localizada entre as longitudes 36º e 37º e latitudes 8º e 9º, possui uma área de cerca de 12.218,39 km<sup>2</sup>, abrangendo um total de 40 municípios sendo 37 do estado de Pernambuco, 2 da Paraíba e 1 de Alagoas (Figura 1).

**Figura 1- Localização Geográfica da Folha SRTM (S09 w037 1arc v31).**



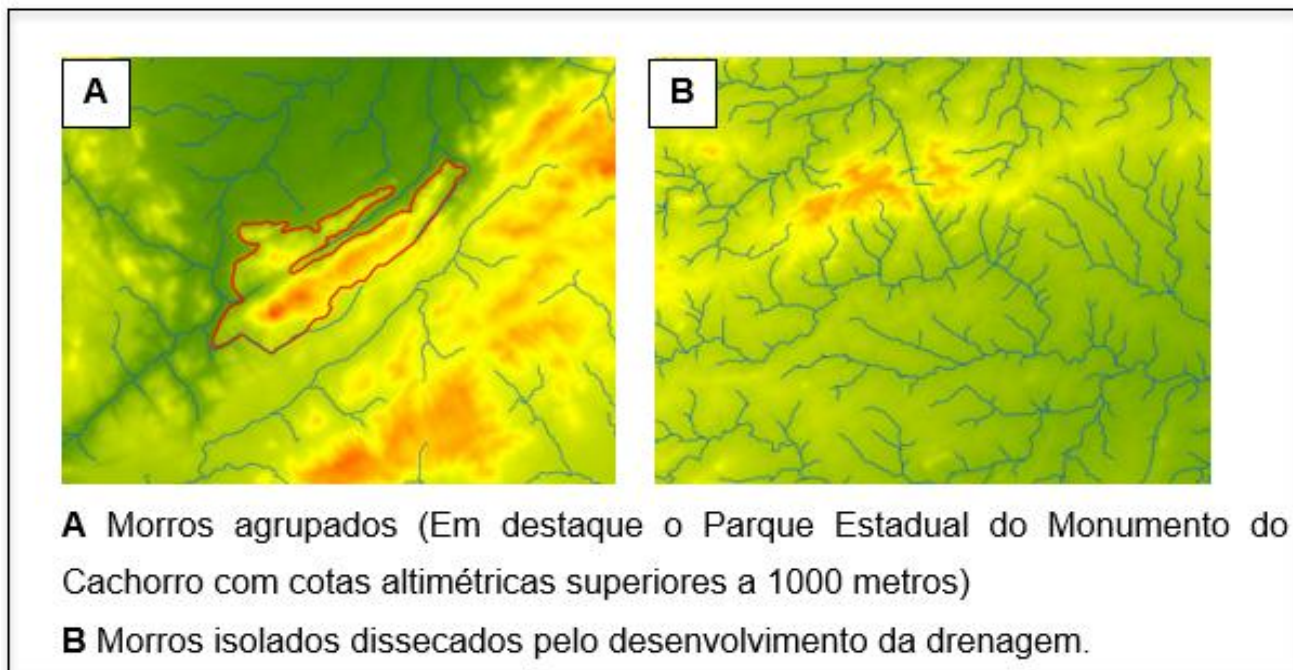
Fonte: Adaptado pelos Autores (2020). Dados Geoespaciais: IBGE (2010); USGS (2018).

Para compreender os aspectos geomorfológicos da APP de Topo de Morros, da área em estudo, é importante atentar que estas são resultantes da dinâmica da litosfera e da tectônica de placas que construíram o arcabouço litoestrutural e as formas de relevo da Plataforma Sul- Americana e, sobretudo da região compreendida pelo Planalto da Borborema e a Depressão Sertaneja do Parnaguá.

Por estar inserida na região do Planalto da Borborema e na Depressão Sertaneja do Paranaguá, segundo Oliveira et al. (2012), a área do objeto de pesquisa possui formações geomorfológicas estruturadas em diversos litotipos cristalinos que correspondem aos maciços arqueanos remobilizados, sistemas de dobramentos brasileiros e intrusões ígneas neoproterozóicas sendo sua gênese um reflexo de pulsos epirogenéticos e desenvolvimento de falhas geológicas.

Soares (2016) explana que o desenvolvimento de zonas de falhas geológicas (cisalhamento pernambucano) deu abertura a formação de áreas com relevos bem dissecados devido ao desenvolvimento da rede de drenagem o que isolou pequenos planaltos e morros que podem estar agrupados ou estar distribuídos com grandes espaçamentos, conforme evidenciado na Figura 2 que representa uma imagem SRTM categorizada onde os tons mais vermelhos representam as cotas altimétricas mais elevadas.

**Figura 02 - Morros Agrupados e\ou isolados em relevos dissecados.**



Fonte: autores (2020).

Os fatores e elementos geológico-geomorfológicos que condicionam as formações das APPs de Topo de Morro mostraram-se muito complexos no tocante à variedade fisionômica do relevo. Portanto, as imagens SRTM ao possibilitar compreender as características e dinâmicas ambientais mostram - se de grande relevância, na medida em que dão subsídios para um melhor planejamento das formas de uso e ocupação do território em áreas protegidas definidas pelo Código Florestal.

#### 4. Material e Métodos

A necessidade de uma metodologia objetiva e automatizada para mapear as APPs de topo de Morro de acordo com as exigências do Código Florestal Brasileiro levou ao desenvolvimento de vários métodos e técnicas apoiadas ao Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Para os dados do mapa planialtimétrico da área de estudo, foi adquirido no site da *United States Geological Survey* (USGS) uma imagem *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) S09\_w037\_1arc\_v31 segundo de arco que equivalente a 30 m, o SRTM é um projeto internacional para aquisição de dados de radar que foram usados para criar o primeiro conjunto quase global de elevações da terra no dia 11 a 22 de fevereiro de 2000 juntamente com a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), projeto este aprimorado das missões de 1994. E cerca de 16 vezes foi orbitou a terra durante 11 dias totalizando 176 orbitais e entres as latitudes 60° N e 56° S e com pontos de dados postados a cada 1 segundo de arco que corresponde à 30 m, sendo que para as regiões fora dos *United States* foram amostrados a 3 segundos de arco que corresponde aproximadamente 90 m, totalizando mais de 80% da superfície da terra mapeada (USGS, 2018).

Os formatos de arquivo SRTM são três, sendo eles disponíveis no site da Earth Explore de forma gratuita, o primeiro formato é o *Digital Terrain Elevation Data* (DTED®), um formato padrão de mapeamento projetado pela *National Geospatial-Intelligence Agency* (NGA) de cerca de 25 MB. E uma *Band interleaved by line* (BIL) é um formato binário de aproximadamente 7 MB para arquivos de dados de 1 segundo e 1 MB

para arquivos de dados de 3 segundos. *Georeferenced Tagged Image File Format* (GeoTIFF) é um arquivo do tipo TIFF contendo informações geográficas incorporadas é uma forma padrão para aplicativos GIS, tendo tamanho 25 MB aproximadamente para arquivos de dados de 1 segundo de arco (USGS, 2018).

Para o mapeamento das APP de Topo de Morro com imagem SRTM, esta pesquisa utilizou-se da metodologia desenvolvida por Hott et al. (2004) citado por Santos (2015) por ser mais consistente, detalhada e de fácil implementação nas ferramentas de análise espacial do SIG ArcGIS 10.1.

A metodologia permite de modo geral o mapeamento das APP de Topo de Morro a partir da extração de parâmetros hidrográficos, cotas altimétricas dos topos, cotas altimétricas da base dos morros e parâmetros de declividade do terreno.

No entanto ela foi desenvolvida para atender à legislação anterior ao Código Florestal, assim foi necessário fazer adaptações de alguns parâmetros para tornar a metodologia coerente com as exigências da legislação vigente. As etapas gerais necessárias para o mapeamento das APP de Topo de Morro são mostradas na Figura 3.

**Figura 3** - Etapas Gerais para o mapeamento das APP de Topo de Morro.



Fonte: Adaptada de Hott et al. (2004) citado por Santos (2005).

A etapa de pré-processamento do MDE tem como objetivo a preparação dos dados, corrigir inconsistências da imagem SRTM advindas de erros sistemáticos como depressões espúrias que causam distorções na superfície modelada e verificar ou atribuir um sistema de coordenadas planas para a imagem SRTM utilizada.

Na segunda etapa para a extração do Topo de Morro faz-se uso do artifício de inverter o MDE, ou seja, os topos dos morros na imagem SRTM original se tornarão depressões na imagem SRTM invertida. Esse artifício facilita extrair os pontos e áreas referentes aos topos de morros.

Na etapa de obtenção das áreas de abrangência de cada topo de morro é construída uma base hidrológica para determinar a direção do escoamento. Em um SRTM com base hidrológica derivada da SRTM invertida, o fluxo de drenagem indica os topos de morro do SRTM original, enquanto as bacias de drenagem coincidem com as áreas de abrangência de cada topo de morro, as quais passam justamente nos pontos de sela em sua altitude máxima.

A partir do fluxo de drenagem na etapa de obtenção da confluência da rede hidrográfica são obtidos os pontos de confluência que quando estimados os valores de altitudes para cada ponto possibilitam construir a base de cada morro que seria o ponto de sela.

Com a área de abrangência de cada topo de morro e de suas bases é possível delimitar o terço superior dos topos de morros a partir da diferença de amplitude entre a base e os topos de morro. Determinando a amplitude procede-se uma seleção automática das áreas com altitudes acima de 100 metros.

Como última etapa tem-se a obtenção da declividade em graus, onde por meio das ferramentas de análise espacial presentes no SIG ArcGIS 10.1, foi possível determinar as áreas do terço superior dos topos de morros que possuem inclinação média maior que 25°, com isso determinando a APP de Topo de Morro.

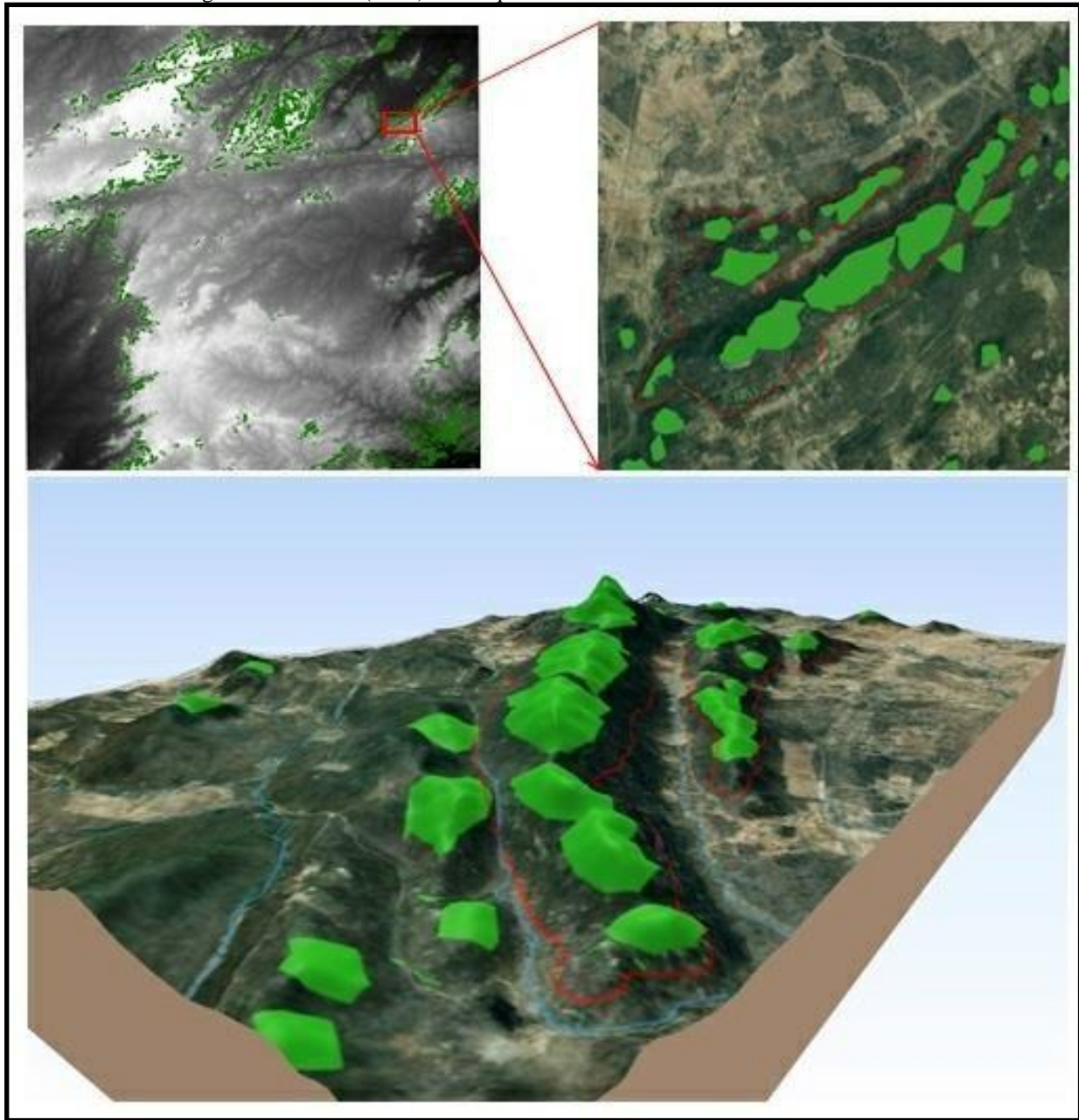
A metodologia desenvolvida pela EMBRAPA permitiu o mapeamento das Áreas de Preservação Permanente de Topo de Morro na folha SRTM (S09 w037 1arc v31), o que foi de fundamental importância para um eficiente desenvolvimento das discussões realizadas nesta pesquisa.

## 5. Resultado e discussões

De uma área total de aproximadamente 12.218,39 km<sup>2</sup>, que corresponde à área da Folha SRTM em estudo, foram identificadas 1.034 feições de APP de Topos de morros em escala compatível a 1:60.000 (Figura 4) com um valor total de área de 603,994 km<sup>2</sup> representando 4.9 % da área total.

Relativo ao mapeamento da APP de topo de morro no CAR realizadas por terceiros para a região compreendida pela folha SRTM em estudo, segundo informações disponíveis no site oficial do CAR, dos 32.312 imóveis rurais submetidos ao sistema até a data de 31/01/2018, somente 132 imóveis declaram APP de Topo de Morro (CAR, 2018).

**Figura 4** - Detalhe de APPs de topo de morro, identificadas na Folha SRTM (S09\_w037\_1arc\_v31) através da metodologia de Hott et al. (2004). O Parque Estadual do Monumento da Pedra do Cachorro.

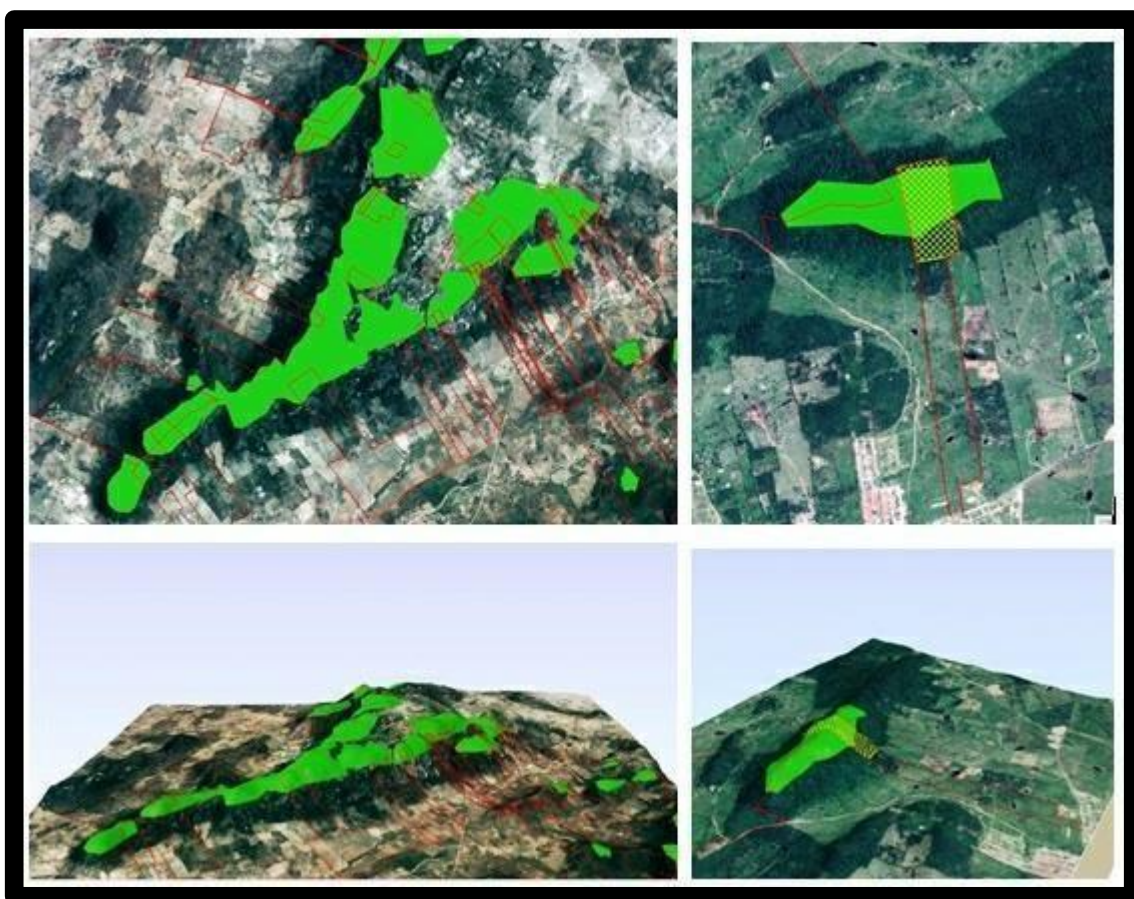


Fonte: Autores (2020). USGS (2018).

Se comparado com o mapeamento obtido pela execução da metodologia empregada para delimitação da APP de Topo de Morro, 3.65% correspondentes a 1.181 cadastros de imóveis rurais, não declararam APP de Topo de Morro. E dos 132 imóveis rurais que declararam APP de Topo de Morro (Figura 5), apenas 47 possuem áreas que sobrepõem ao mapeamento obtido por esta pesquisa.



**Figura 5** - Base de Imóveis Rurais em vermelho sobrepostas às APP de Topo de Morro em verde.



Fonte: CAR (2018).

O CAR apresenta-se como um importante instrumento para controle, monitoramento e planejamento ambiental e sendo de caráter obrigatório para todos os imóveis com destinação rural, a disponibilidade de metodologias que propiciem aos detentores do imóvel rural a efetivarem a sua regularidade ambiental de forma correta, no que diz respeito à informação de dados georreferenciados, é de grande importância.

A partir das exigências da legislação, no tocante ao mapeamento das informações ambientais no CAR, torna-se imperativo que a instituição que irá analisar e validar as informações declaradas possua subsídios técnico-metodológicos e corpo técnico hábil na compreensão da complexidade do mapeamento de feições como as APPs de Topo de Morro.

Essa pesquisa só tem resultados e não tem discussões. Não há relações com outras pesquisas envolvendo CAR, não há arcabouço teórico para sustentar o objetivo da pesquisa. *“Este trabalho tem o objetivo de discutir aplicação de imagens de radar SRTM para o mapeamento de APP de Topo de Morro e assim caracterizar os condicionantes geoambientais da área de estudo que possibilitaram o desenvolvimento de formações geomorfológicas de topo de morro onde possa-se criar subsídios metodológicos para a análise do CAR no tocante ao mapeamento das áreas de APP de Topo de Morro.”* O trabalho não discutiu, ele apenas aplicou um SRTM em uma área e observou alguns resultados, falta a discussão, falta a relação com outras pesquisas, falta revelar um produto para esse artigo. O código florestal foi emitido em 2012, então acredito que exista documentos e artigos suficientes que possam ser lançados

nesse manuscrito.

## 6. Conclusão

A proposta metodológica de Hott et al. (2004) citado por Santos (2015), aliada a disponibilidade de imagens de radar SRTM e apoiada em SIG, permite identificar APPs de topo de morro, sendo esta metodologia passível de ser replicada em outras regiões. Porém, deve ser atentado para o fato das limitações inerentes aos dados, sobretudo às questões ligadas à resolução espacial que podem mascarar ou omitir informações.

A metodologia adotada para delimitação da APP de Topo de Morro da folha SRTM (S09\_w037\_1arc\_v31) utilizando o SIG ArcGIS 10.1, mostrou-se eficiente produzindo de forma automatizada sobre as dimensões e distribuição espacial das APP de Topo de Morro na paisagem.

É nesse sentido que se espera a contribuição deste artigo na medida em que as informações sirvam de subsídios para posteriores estudos mais detalhados e que os resultados apresentados possam ser utilizados como parte de critérios para o mapeamento e validação de APP de Topo de Morro e bem como na implantação de programas de gerenciamento ambiental para a área de estudo.

## 7. Referências

Azevedo, R. E. S., & de Oliveira, V. P. V. (2014). Reflexos do novo código florestal nas Áreas de Preservação Permanente–APPs–urbanas. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, 29.

BRASIL. **Legislação Florestal Federal - Código Florestal**, Lei 12.651/12 de 25 de Maio de 2012 Diário oficial da união, Brasília, 25 maio. 2012. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm)>Acesso em: 21 abr. de 2020.

CAR. **Cadastro Ambiental Rural**. Disponível em:< <http://www.car.gov.br>>Acesso em: 25 abr. de 2020.

Ferrari, A. H. (2014). De Estocolmo, 1972 a Rio+ 20 em 2012: **O discurso ambiental e as orientações para a educação ambiental nas recomendações internacionais**. Editora ANAP.

Jesus, J. B. D., & Souza, B. B. D. (2016). Methodology for automatically delimiting permanent preservation areas along water courses-the use of gis in the hydrological Basin of the sergipe river, brazil. **Revista Árvore**, 40(2), 229-234.

Oliveira, R. G., & de Medeiros, W. E. (2012). Evidences of buried loads in the base of the crust of Borborema Plateau (NE Brazil) from Bouguer admittance estimates. **Journal of South American Earth Sciences**, 37, 60-76.

Oliveira, G. D. C., & Fernandes Filho, E. I. (2013). Metodologia para delimitação de APPs em topos de morros segundo o novo Código Florestal brasileiro utilizando sistemas de informação geográfica. **Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto**, 16, 4443-4450.

Oliveira, G. D. C. (2016). Automated mapping of permanent preservation areas on hilltops. **Cerne**, 22(1), 111-120.

Luppi, A. S. L., Rosa dos Santos, A., Eugenio, F. C., & Feitosa, L. S. A. (2015). Utilização de geotecnologia para o mapeamento de Áreas de Preservação Permanente no município de João Neiva, ES. **Floresta e Ambiente**, 22(1), 13-22.

Soares, D. B., Moreira, E. B. M., Nóbrega, R. S., Guedes, M. V., & Ribeiro, E. P. (2016). Environmental diagnosis of the Monument Natural Pedra do Cachorro, Pernambuco, Brazil| Diagnóstico ambiental do Monumento Natural Pedra do Cachorro, Pernambuco, Brasil. **Revista Geama**, 160-175.

Gurgel, R. S., Farias, P. R. S., & de Oliveira, S. N. (2017). Land use and land cover mapping and identification of misuse in the permanent preservation areas in the Tailândia Municipality–PA. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(3), 1145-1159.

Tetsushi, T; Manabu, K; Akira, I; Dean, G; Michael, O; Zheng, Z; Jeffrey, D; Tabatha, K; Bill, C; Jeff, H; Michael, A; Robert, C; Claudia, C. **ASTER Global Digital Elevation Model Version 2: Summary of Validation Results.** Disponível em:<<http://www.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/ver2ValidationSummaryGDEM2validationreportfinal.pdf>> Acesso em: 20 abr. 2020.

USGS, NASA **Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Version 3.0 Global 1 arc second Data Released over Asia and Australia.** Disponível em:< <https://earthdata.nasa.gov/nasa-shuttle-radar-topography-mission-srtm-version-3-0-global-1-arc-second-data-released-over-asia-and-australia>.>Acesso em: 25 abr. de 2020.