



## Delimitação de Áreas de Preservação Permanente em Diferentes Resoluções Espaciais Delimitation of Permanent Preservation Areas on Different Espacial Resolution

Carlos Magno Moreira de Oliveira<sup>1</sup>;  
Raphael Maia Aveiro Cessa<sup>2</sup> & José Ângeles Moreira de Oliveira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Arinos. Rodovia MG 202, Km 407, s/n Zona Rural, Arinos - MG, 38680-000.

<sup>2</sup> Instituto Federal de Brasília – Campus Planaltina. Rodovia BF 128 - Km 21, s/n - Zona Rural Planaltina, Brasília – DF, 73380-900.

<sup>3</sup> Faculdades Santo Agostinho. Av. Osmane Barbosa, 937 – Bairro JK, Montes Claros – MG, 39404-006.

E-mails: carlos.moreira@ifnmg.edu.br; raphael.cessa@ifb.edu.br; j.ngeles@yahoo.com

Recebido em: 20/09/2019 Aprovado em: 13/11/2019

DOI: [http://dx.doi.org/10.11137/2020\\_1\\_171\\_180](http://dx.doi.org/10.11137/2020_1_171_180)

### Resumo

O objetivo desse trabalho foi avaliar e caracterizar o mapeamento de áreas de preservação permanente (APPs) de topo de morro por meio de modelos digitais de elevação (MDEs), segundo as Leis 4.771/1965 e 12.651/2012. O estudo foi desenvolvido na Bacia Hidrográfica do Rio Urucua (BHRU), utilizando MDE do projeto SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com resolução espacial de 30 e 90 m (SRTM30 e SRTM90) e dados do sensor ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection*) de 30 m (ASTER30). Para caracterização das APPs foi utilizado o mapeamento de uso e cobertura do solo do projeto TerraCass Cerrado. A BHRU tem predominância de relevo suavemente ondulado e a maior parte da bacia é ocupada por vegetação natural (58,58%), seguido de pastagem (29,21%). Os produtos SRTM30 e o SRTM90 indicaram a presença de APP em 7,47% e 6,29%, segundo CONAMA 303, respectivamente. Os produtos SRTM30 e SRTM90, segundo a Lei 12.651/2012, indicaram que a bacia possui 0,14% e 0,00% de APP de topo de morro, respectivamente. O produto ASTER30 mapeou cerca de 0,69% a menos que o SRTM30, segundo o antigo Código Florestal, porém houve aumento no mapeamento de APPs de acordo com Lei 12.651/65 usando o ASTER30. A BHRU apresenta mais de 75% das APPs de topo de morro coberta por vegetação nativa. Porém, as mudanças na lei reduzem em 98% as APPs de topo de morro, aproximadamente, podendo aumentar as áreas de pasto na região. A baixa resolução espacial dos dados influencia o mapeamento de APPs de topo de morro, sendo que os dados do ASTER30 apresentou melhor mapeamento de acordo com a atual legislação florestal.

**Palavras-chave:** Topo de morro; modelo digital de elevação; Código Florestal; Lei de Proteção da Vegetação Nativa

### Abstract

The aims of this work was to evaluate and characterize the mapping of permanent preservation areas (PPAs) by means of digital elevation models (DEMs), according to Laws 4,771/ 1965 and 12,651/ 2012. The study was developed in the Urucua River Basin (BHRU), using DEMs of the SRTM project (*Shuttle Radar Topography Mission*) with spatial resolution of 30 and 90 m (SRTM30 and SRTM90) and ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection*) of 30 m (ASTER30). To characterize the PPAs, the land use and land cover mapping of the TerraCass Cerrado project was used. BHRU has predominantly mildly undulating relief and most of the basin is occupied by natural vegetation (58.58%), followed by pasture (29.21%). The SRTM30 and SRTM90 products indicated the presence of PPA in 7.47% and 6.29%, according to CONAMA 303, respectively. The SRTM30 and STM90 products, according to Law 12,651/2012, show that basin has 0.14% and 0.00% of hilltop APP, respectively. The ASTER30 product mapped about 0.69% less than the SRTM30, according to the old Forest Code, but there was an increase in the mapping of PPAs according to Law 12.651/ 65 using ASTER30. BHRU presents over 75% of the hilltop PPAs covered by native vegetation. However, changes in the law reduce by approximately 98% the PPAs from the hilltop which can increase the pasture areas in the region. The low spatial resolution of the data influences the mapping of hilltop PPAs, and ASTER30 data presented better mapping according to the current forest legislation.

**Keywords:** Hilltop; digital model elevation; Forest Code; Native Vegetation Protection Law

## 1 Introdução

A ação antrópica e desordenada tem ocasionado fragmentação e redução de habitats naturais no Brasil, resultando na endogamia de espécies, maior susceptibilidade às variações climáticas e consequente extinção de espécies (Carneiro *et al.*, 2013). Como alternativa para minimizar tal fragmentação foi criado o Código Florestal Brasileiro em 1934, editado em 15 de setembro de 1965 por meio da Lei nº. 4.771 que definiu os princípios necessários para proteger o meio ambiente e garantir o bem estar da população. As principais formas de proteção ambiental estabelecidas no código são as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e a Reserva Legal (RL) (Garcia, 2012).

De acordo com Ribeiro *et al.* (2015), a conservação das florestas e fragmentos florestais na bacia hidrográfica auxiliam na efetivação de práticas de recuperação dos mananciais e recomposição florestal de áreas prioritárias, uma vez que a bacia detém características intrínsecas do ambiente. Partindo dessa perspectiva, as florestas têm importante função na perenização do abastecimento de água, influenciando na quantidade, a forma e a qualidade que será transportada para a bacia hidrográfica (Tambosi *et al.*, 2015). A água que precipita na região mais alta da bacia hidrográfica (montante) é responsável pelo abastecimento dos cursos de água e garantia de sobrevivência da população localizada na região mais baixa da bacia (jusante), a qual utiliza o recurso hídrico para múltiplos usos.

A implantação da Lei 12.651/2012 (Lei de Proteção da Vegetação Nativa - LPVN), que revoga a Lei 4.771/1965, modifica parâmetros relacionados a delimitação das APPs de topo de morro, o que pode prejudicar a conservação dos recursos naturais para gerações futuras (Brançalion *et al.*, 2016). Essas mudanças reduzem as áreas de preservação, principalmente, por indicar que apenas morros com inclinação superior a 25° podem apresentar APP de topo de morro (Francelino & Silva, 2014).

Com o desenvolvimento de sofisticados algoritmos e a sua incorporação aos SIG (Sistema de Informações Geográficas) tem sido possível o processamento rápido e eficiente dos dados de sensores

remotos no processo de identificação das características morfológicas do terreno, essenciais na análise e mapeamento de áreas de preservação permanente (APP) de forma precisa e com baixo custo (Nascimento *et al.*, 2005; Salamene *et al.*, 2011; Victoria *et al.*, 2008).

A escala de modelos digitais de elevação (MDEs), utilizado na identificação de APP, influencia diretamente no total das áreas delimitadas como sendo de preservação (Victoria, 2010). Além da escala, a acurácia vertical e horizontal dos MDEs tem interferência na precisão de dados morfológicos, pois o tipo uso e cobertura do solo pode alterar as características da superfície terrestre obtidas pelo sensor remoto (Elkhrachy, 2018). Sendo assim, para obtenção de MDE que modele o relevo de forma precisa são necessárias informações espaciais confiáveis que podem ser obtidas, por exemplo, por interferometria como o Radar (*Radio Detecting And Ranging*) (Marion *et al.*, 2015).

Pelo exposto, esse trabalho tem por objetivos (1) comparar as áreas de preservação permanente de topo de morro obtidas de MDEs com diferentes resoluções espaciais e (2) caracterizar e avaliar o uso e cobertura do solo da BHRU segundo as Leis 12.651/2012 e 4.771/1965.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Rio São Francisco (BHRSF) tem extensão territorial de 24.368,87 km<sup>2</sup>, abrange os estados de Minas Gerais, Distrito Federal, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, totalizando 507 municípios (Figura 1).

As unidades de estudo e planejamento são as regiões fisiográficas do Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco, sendo que a sub-bacia hidrográfica do Rio Urucuia situa-se no Médio São Francisco, que compreende a maior área da BHRSF, com aproximadamente 63% de extensão.

A região Noroeste do estado de Minas Gerais contempla, como domínio climático, o clima quente, com temperatura média anual de 23 °C. O período seco caracteriza-se como quente, no período de se-

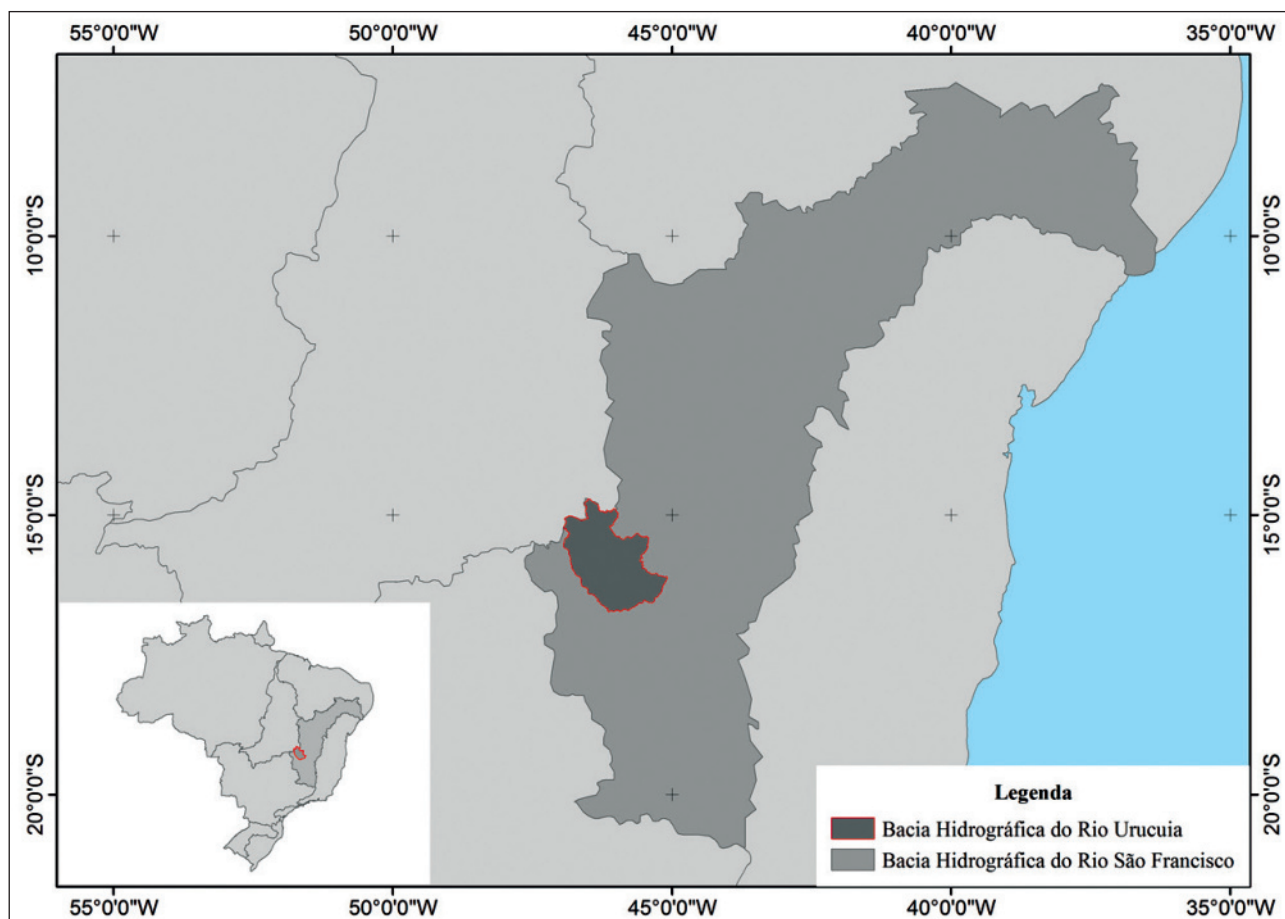


Figura 1 Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Urucuia.

tembro a março, seguindo uma estação chuvosa de abril a agosto. A precipitação anual varia de 1.150 mm a 1.400 mm, sendo que os meses com maior precipitação são dezembro e janeiro e os de menor precipitação compreende o período de junho a agosto (Mata *et al.*, 2007).

## 2.2 Processamento dos Dados

A resolução nº 303 de 2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002) regulamenta as áreas de preservação permanente (APP), prevista pela Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965), e define que os morros são elevações do terreno com cota do topo em relação a base entre 50 e 300 m e encosta com declividade superior a 30% ou 17°, aproximadamente, na linha de maior declividade. Já as montanhas devem apresentar cota em relação a base superior a 300 m. As APPs nos to-

pos de morros e montanhas são definidos como áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 da altura mínima de elevação em relação a base. No caso de morros ou montanhas próximas, cujos cumes estão a distâncias menores que 500 m, será considerado APP o conjunto de morros ou montanhas, delimitada a partir da curva de nível correspondente a 2/3 da altura em relação a base de menor altura do conjunto.

Já a Lei 12.651/12 define que são APPs as áreas 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 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).

Para identificação das APPs de topo de morro foram utilizados modelos digitais de elevação (MDEs) provenientes do projeto SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com resolução espacial de 30 metros, disponível no repositório de dados *Earth Explorer* do USGS (*United States Geological Survey*) e dados com resolução espacial de 90 metros proveniente do mesmo projeto, e disponibilizado pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Também foram utilizados dados do ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection*) com resolução espacial de 30 metros, disponibilizado na plataforma *Global Data Explorer* do USGS.

As imagens do SRTM foram adquiridas em quadrantes, o que se fez necessário a junção das imagens e produção do mosaico correspondente a bacia hidrográfica do Rio Urucuia. Os dados do ASTER são disponibilizados em uma única imagem de acordo com o limite determinado pelo usuário. Todos os dados foram processados no *datum* horizontal Sirgas 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) e projeção cartográfica UTM fuso 23 S.

Após elaboração do mosaico (imagem matricial) este foi submetido a processo de correção das depressões espúrias, ou seja, preenchimento de falhas decorrentes do processamento dos dados. A rotina utilizada para cálculo das APPs de topo de morro foi a indicada por Peluzio *et al.* (2010) de forma a atender a Lei 4.771/65 e, baseando-se nessa metodologia, com algumas modificações, foi aplicada a Lei 12.651/12. Para isso, foram criadas rotinas no Model Builder, do ArcGIS 10.0, de forma a automatizar e facilitar a aplicação dos parâmetros propostos nas leis utilizando os MDEs de 30 e 90 m do SRTM (SRTM30 e SRTM90) e o MDE do ASTER de 30 m de resolução espacial (ASTER30), totalizando seis processamentos.

O mapeamento de uso e cobertura do solo da BHRU foi obtido do mapeamento realizado no projeto TerraClass Cerrado, com escala de 1:250.000, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em parceria com outras instituições públicas. O mapeamento de uso e cobertura do solo foi desenvolvido a partir de imagens do satélite Landsat 8 e sensor OLI (*Operational Land Im-*

*ager*), no ano de 2013, com resolução espacial de 30 m, sendo adotadas as classes temáticas natural, não florestal, natural não vegetado, corpos d'água, agricultura, pastagem, silvicultura, mineração, urbano, mosaico de ocupação, solo exposto e outros. Para mapeamento de uso e cobertura do solo foi considerado 6,25 hectares como área mínima mapeável (Figura 2).

### 3 Resultados e Discussão

A Bacia Hidrográfica do Rio Urucuia (BHRU) tem predominância de relevo suavemente ondulado, seguido por relevo plano, correspondendo aproximadamente 43 e 29% respectivamente (Tabela 1).

As maiores altitudes estão localizadas nas regiões noroeste e sudoeste da bacia hidrográfica, onde há presença considerável de atividade agrícola, com pastagens e culturas anuais, segundo o mapeamento de uso e cobertura do solo. A BHRU apresenta, em sua maior extensão, ocupação com vegetação nativa (58,58%), seguido por áreas de pastagem (29,21%) e agricultura anual (10,68%) que totalizam cerca de 98% da bacia hidrográfica (Tabela 2).

Os mapeamentos das APPs de topo de morro utilizando dados altimétricos provenientes de imagens com diferentes resoluções espaciais podem ser observados nas figuras 1 e 2. A aplicação da resolução CONAMA 303, utilizando SRTM30 indicou que os topos de morros representam 7,47% da BHRU e áreas médias de 60 ha (Figura 3a). Quando utiliza-se o SRTM90 as áreas de topo de morro correspondem a 6,29% da bacia, ou seja, redução de quase 1% (Figura 3b).

Como o MDE de 90 m tem pixels maiores, o processamento pode ter identificado, de forma incorreta, áreas que não são de preservação permanente, já que o valor médio dos fragmentos foi de 330 ha, superestimando a delimitação das áreas em campo. Como o relevo é suavemente ondulado, espera-se menor ocorrência de APP de topo de morro, diferente de ambientes com predominância de relevo forte ondulado que há predominância de APPs de topo de morro em relação as APPs de rios, nascentes e encosta (Eugênio *et al.*, 2011).

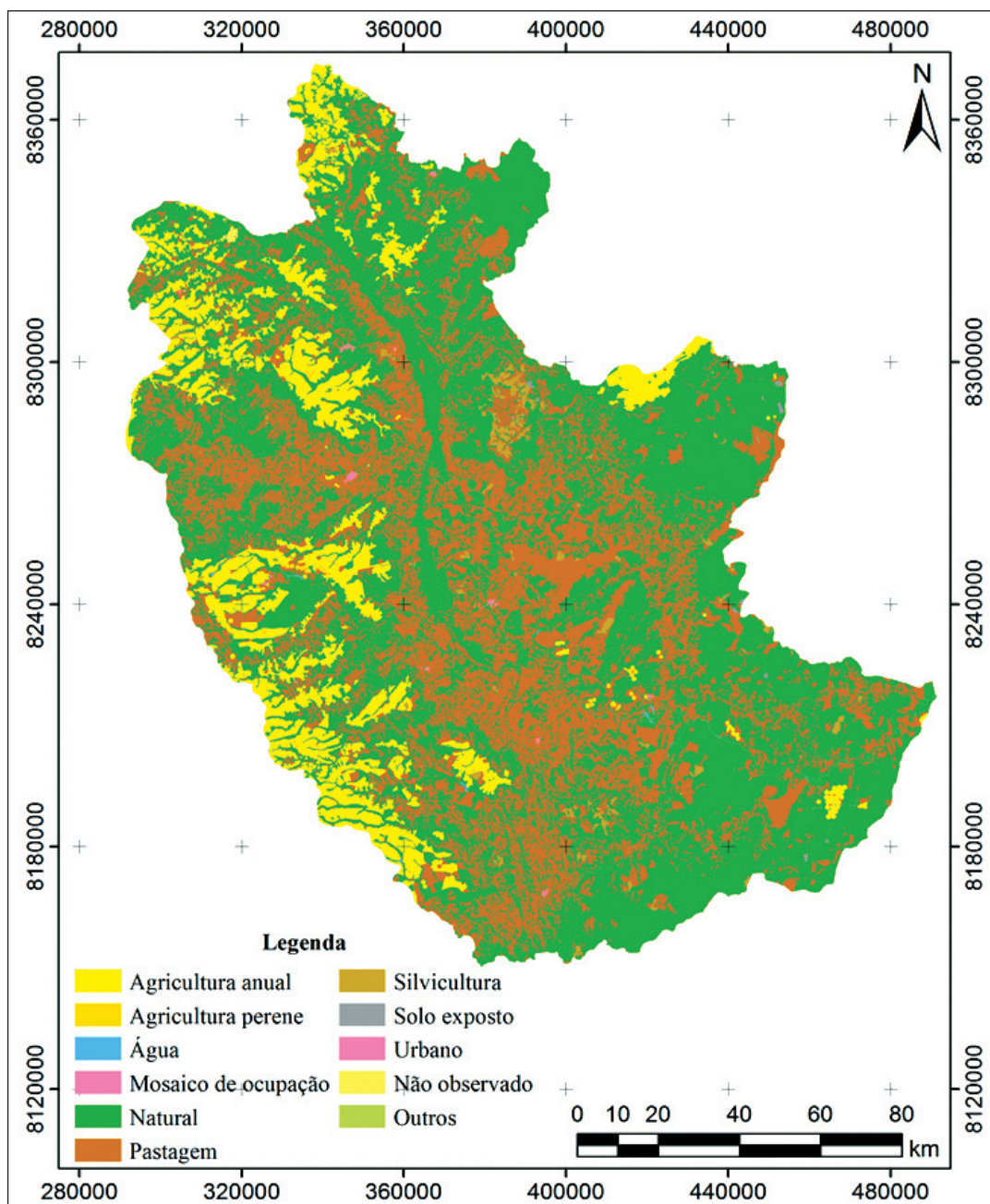


Figura 2 Mapa de uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Urucuia.

Classe de Relevo	Declividade (%)	Área (ha)	%
Plano	0 – 3	712.151,30	29,25
Suave ondulado	3 – 8	1.062.518,00	43,65
Ondulado	8 – 20	505.306,30	20,76
Forte ondulado	20 – 45	136.898,10	5,62
Montanhoso	45 – 75	16.548,22	0,68
Escarpado	> 75	913,55	0,04

Tabela 1 Classificação do relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Urucuia.

Classe	Área (ha)	Percentual (%)
Agricultura anual	260.361,30	10,68
Agricultura perene	5.388,73	0,22
Água	5.948,36	0,24
Ocupação urbana	2.651,64	0,11
Não observado	1.029,87	0,04
Natural	1.427.611,00	58,58
Outros	114,77	0,00
Pastagem	711.799,70	29,21
Silvicultura	20.396,83	0,84
Solo exposto	1.585,49	0,07
<b>Total</b>	<b>2436887,55</b>	<b>100</b>

Tabela 2 Uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Urucuia.

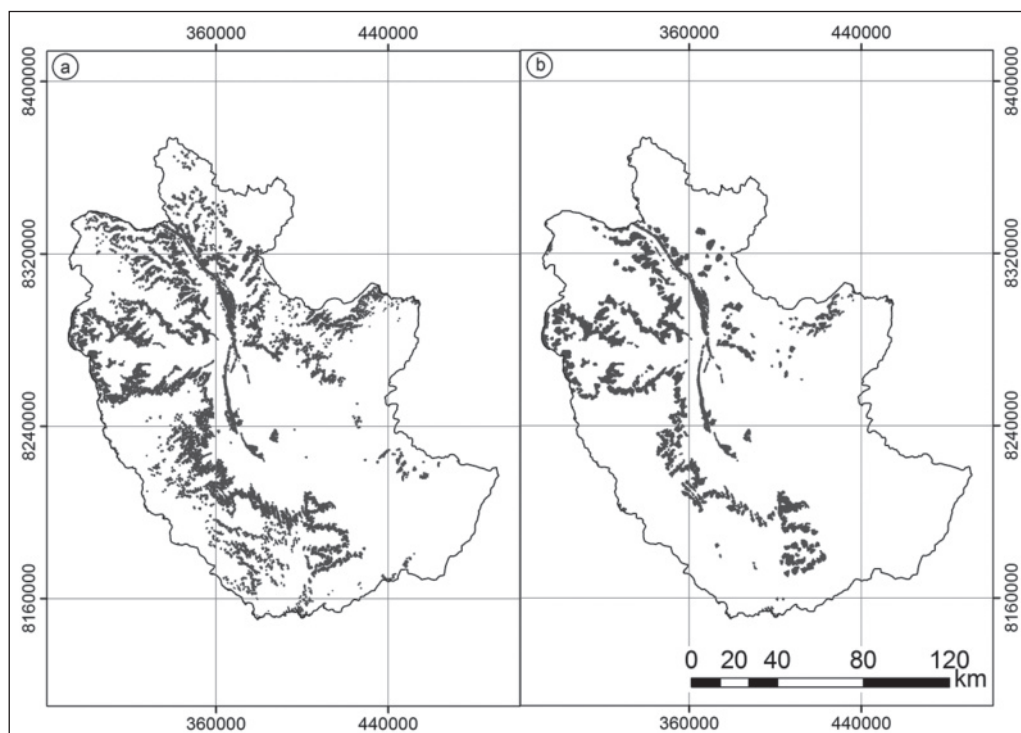


Figura 3  
Identificação  
das áreas de  
preservação  
permanente de  
topo de morro  
de acordo com  
a Lei 4.771/65  
com MDE –  
SRTM de (a) 30  
m e (b) 90 m

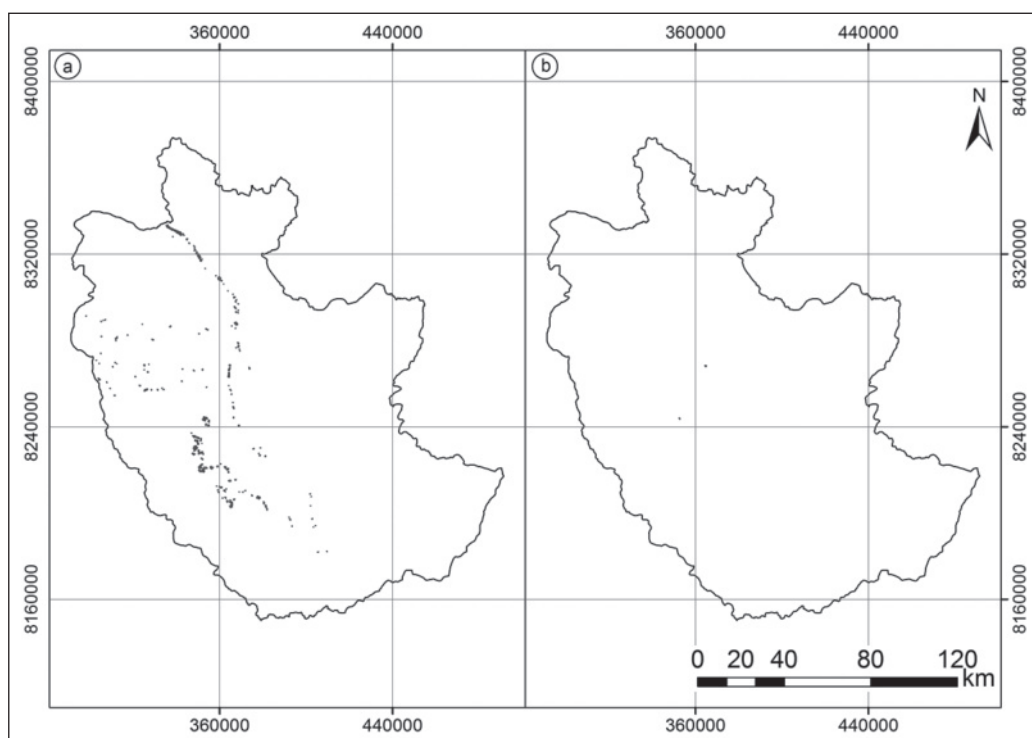
Avaliando-se as áreas de topo de morro com base na Lei 12.651/12, observa-se redução de 98% do total proposto pelo antigo Código Florestal, podendo ocasionar em possíveis supressões de vegetações nativas que antes eram conservadas (Tabela 3). Quando aplica-se o SRTM30, observa-se que as APPs de topo de morro ocupam cerca de 0,14% da BHRU e apresentam área média de 14,34 ha (Figura 4a). O uso do SRTM90 demonstra que esse percentual chega a aproximadamente 0% de APPs de topo de morro (Figura 4b). Segundo Francelino & Silva (2014), o mapeamento de APP de topo de morro, em uma região com predominância de relevo acidentado, apresentou área de aproximadamente 0,5%. Essa considerável redução nas áreas de topo de morro está diretamente relacionada ao critério de inclinação das encostas, anteriormente considerada como declividade superior a 30% ou 17° e atualmente considera-se inclinação média maior que 25° (Francelino & Silva, 2014). Além disso, a exclusão do critério que considera APP os morros com distâncias menores de 500 m, contribuiu para redução de áreas de preservação permanente.

O uso do produto ASTER30, para o antigo Código Florestal, demonstrou que as APPs de topo

de morro correspondem a 6,76% da bacia hidrográfica, cerca de 0,69% a menos de áreas mapeadas quando comparado ao produto SRTM30 (Figura 5a). Essa diferença mostra-se, aparentemente pequena, porém quando avalia-se o tamanho médio das áreas mapeadas, o ASTER30 apresentou APPs de topo de morro com tamanho médio de 16,77 ha e o SRTM30 de 59,79 ha (Tabela 3). Isso mostra que os dados do ASTER tendem a mapear áreas fragmentadas e o SRTM tende a agrupar e/ou mapear como APPs áreas mais próximas. A diferença nos mapeamentos é influenciada pela qualidade dos dados que foram utilizados para gerar a superfície de elevação, mesmo considerando que os dois produtos possuem 30 m de resolução espacial (Mahalingam & Olsen, 2016). A redução nas áreas de APPs podem influenciar na conservação de fragmentos florestais, principalmente pelo efeito de borda que tem menor ação em fragmentos maiores e com formas próximas a círculos.

O mapeamento das APPs de topo morro, segundo a atual lei florestal e o produto ASTER30, apresentou redução de 0,23% no mapeamento quando comparado ao produto SRTM30 (Tabela 3). Observa-se que o tamanho médio das áreas mapeadas pelo ASTER30 ainda tende a ser menor com rela-

Figura 4 Identificação das áreas de preservação permanente de topo de morro de acordo com a Lei 12.651/12 com MDE-SRTM de (a) 30 m e (b) 90 m.



ção ao SRTM30. Essas APPs estão localizadas na região de maior declividade na bacia, sendo formado por polígonos contínuos, diferente do observado com o SRTM30 (Figura 5b). Os MDEs provenientes do SRTM e ASTER apresentam maior diferença vertical em regiões de maior altitude, o que pode ocasionar diferenças consideráveis na estimativa de variáveis morfométricas, como a declividade, mesmo os produtos apresentando a mesma resolução espacial (Nikolakopoulos *et al.*, 2006). Segundo Rawat *et al.* (2019), em regiões densas pode incorrer em multireflexos em levantamentos com sensor de micro-ondas (SRTM). Isso já não ocorre no escaneamento com sensor termal (ASTER), reduzindo ruídos nos dados terrestres.

Lei/ Ano	MDE	Resolução espacial (m)	Área (ha)	Área (%)	Área média (ha)
4771/65	SRTM	30	182.102,00	7,45	59,79
4771/65	SRTM	90	153.409,50	6,30	330,62
12651/12	SRTM	30	3.485,79	0,14	14,34
12651/12	SRTM	90	37,23	0,00	18,62
4771/65	ASTER	30	164.710,20	6,76%	16,77
12651/12	ASTER	30	8.937,90	0,37%	11,95

Tabela 3 Cálculo das áreas de preservação permanente de topo de morro para a Bacia Hidrográfica do Rio Urucuia de acordo com a legislação.

Considerando o uso e cobertura do solo das APPs de topo de morro, de acordo com CONAMA 303 e o SRTM30, cerca de 77% dos 182.126,14 ha de APP estão cobertos por vegetação nativa e outros 15% são utilizados para pastagem. Esse padrão de uso e cobertura do solo mantém-se para as APPs determinadas por meio da imagem com SRTM com 90 m de resolução, porém há maior ocorrência de agricultura anual nos topos de morro, o que pode estar relacionado ao aumento do tamanho médio das áreas de APPs, em função do tamanho dos pixels, o que pode levar a uma superestimativa das áreas de preservação (Tabela 4). Houve redução no mapeamento das áreas de preservação quando utiliza-se imagem de menor resolução espacial, podendo afetar a conservação de áreas que deveriam ser protegidas pela legislação florestal. Nesse sentido, há necessidade de regulamentação quanto a escala da base de dados que deve ser utilizada em trabalhos de mapeamento e alocação de áreas de preservação de topo de morro. Isso deve estar em consonância com a fonte de dados que é disponibilizada, de forma gratuita, pelos órgãos públicos federais, estaduais e/ou municipais no sentido de viabilizar a adoção dessas medidas conservacionistas por parte dos pequenos produtores. Essas áreas de conservação têm fundamental

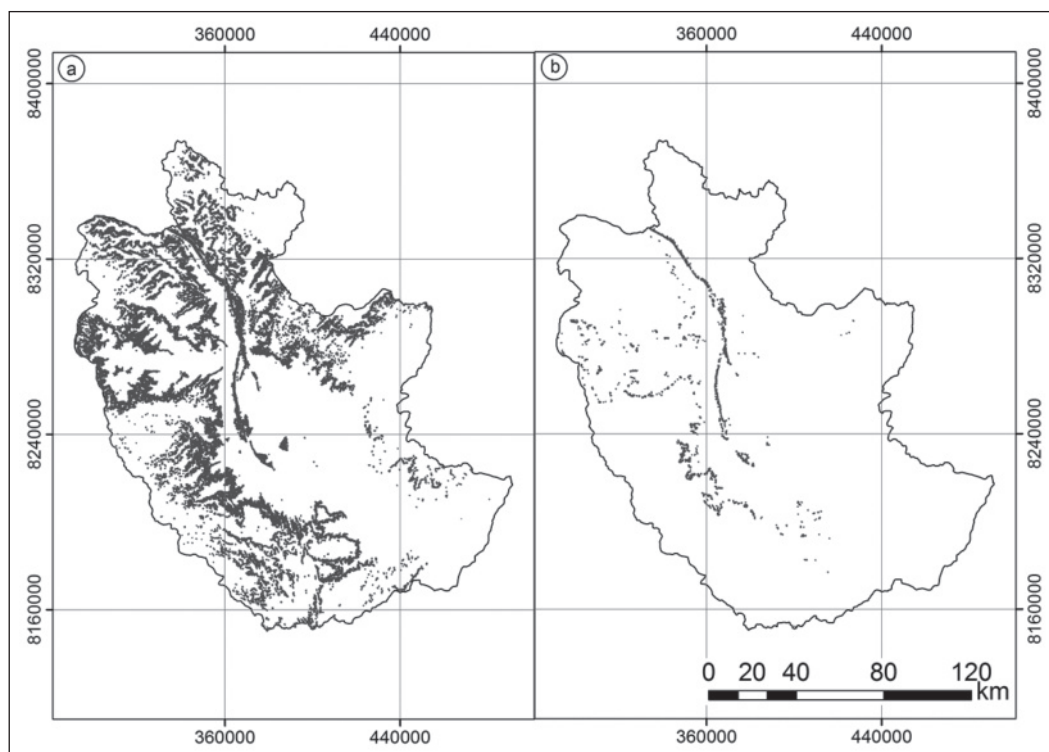


Figura 5 Identificação das áreas de preservação permanente de topo de morro de acordo com as Leis (a) 4.771/65 e (b) 12.651/12 com MDE-ASTER de 30 m.

importância no fluxo gênico de espécies da flora e da fauna nos diferentes biomas brasileiros, já que podem ser conectadas a outras formas de conservação florestal como faixas marginais de rios, nascentes, lagos e unidades de conservação, formando corredores ecológicos e promovendo a manutenção do solo e perenizando a produção de água na bacia (Carneiro *et al.*, 2013).

Pelo que rege a Lei 12.651 cerca de 93%, dos 3.485,80 ha de APPs de topo de morro, são ocupadas por vegetação nativa e outros 7% por pastagem, quando considerado o mapeamento com resolução de 30 m do SRTM. Ainda segundo atual legislação florestal, os topos de morros identificados com imagem SRTM90, apresentam 100% de cobertura com vegetação nativa na BHRU, mas deve-se considerar que houve redução de 98,08% nas áreas de preservação, segundo o antigo Código Florestal. Eugênio *et al.* (2011), utilizando MDE na escala de 1:35.000, observou que após a exclusão da linha de 500 m de proximidade entre os morros vizinhos, as maiores áreas de preservação permanente, segundo a nova Lei, não ultrapassam 2.526 ha, enquanto que pelo antigo código a maior área de APP chega a 5.487 ha.

As áreas de preservação permanente delimitadas pelo ASTER30, segundo a Lei 4.771/65, apresentam mais 80% da superfície coberta por vegetação nativa, quase 13% coberta por pastagem e aproximadamente 5% ocupada por agricultura anual. O uso do ASTER30 para mapear as APPs de topo de morro, de acordo com a Lei 12.651/12, apresentou um total de 8.937,91 ha de APP, sendo, aproximadamente, 93% coberto por vegetação nativa e cerca de 7% coberto por pastagem. Observa-se que o uso do ASTER30, para mapear as APPs de acordo com o antigo Código Florestal, teve uma redução de quase 10% no mapeamento quando comparado ao SRTM30. Aplicando-se esses dois produtos para a LPVN, o ASTER30 mostra-se eficiente no sentido de ampliar as áreas de conservação florestal, já que teve aumento de mais de 60% no mapeamento de APPs de topo de morro quando comparado ao SRTM30.

As mudanças na legislação com relação a classificação de áreas de topo de morro, aliado as alterações nos parâmetros de faixas marginais de rios, que tem nascentes em áreas acidentadas, resultam em redução nas áreas de preservação permanente. Essas regiões são responsáveis pela recarga e regula-



ção hídrica, contenção da erosão e do assoreamento e riqueza de espécies e endemismo, devido a ocorrência de diferentes fisionomias vegetais quando comparado as áreas com menor elevação (Ribeiro & Freitas, 2010). A BHRU tem apresentado expansão da fronteira agrícola sobre áreas de cerrado, tanto em áreas planas quanto em áreas com relevo acidentado, reduzindo a fertilidade de áreas agrícolas e aumentando a concentração de partículas do solo carregadas para os leitos dos rios (Mata *et al.*, 2007).

#### 4 Conclusões

As mudanças na legislação florestal apresentaram considerável redução em áreas de preservação permanente de topo de morro, podendo ocasionar em perdas de espécies da flora e da fauna com ocorrência restrita a essas regiões.

A aplicação de modelos digitais de elevação (MDE), com diferentes resoluções espaciais, influenciam no mapeamento das APPs de topo de morro, sendo necessário a formulação de normas que determinem a metodologia e o produto a ser utilizado, principalmente na determinação da escala dos dados que devem ser utilizados para mapeamento.

MDEs com resolução espacial de 30 m são mais indicados para mapeamento de APPs de topo de morro quando comparado a produtos com 90 m de resolução espacial.

Com base na Lei 12.651/12, para mapeamento de APPs de topo de morro, indica-se a utilização do MDE proveniente do ASTER com resolução espacial de 30 m.

#### 5 Referências

- Brancalion, P. H. S.; Garcia, L. C.; Loyola, R.; Rodrigues, R. R.; Pillar, V. D. & Lewinsohn, T. M. 2016. A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. *Natureza & Conservação*, 14 (1): 1-15.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 25 maio de 2012.
- BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Código Florestal. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 15 setembro de 1965.
- Carneiro, B. M.; Berniti, H. & Silva, A. G. 2013. Perspectivas de conexão entre fragmentos florestais do Corredor Ecológico Burarama-Pacotuba-Cafundó, na Mata Atlântica do Espírito Santo, através de recomposição de Áreas de Proteção Permanente de cursos d'água. *Natureza on line*, 11 (1): 20-28.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). Re-

Classe	Lei 4.771/65						Lei 12.651/12					
	SRTM				ASTER		SRTM				ASTER	
	MDE 30 m		MDE 90 m		MDE 30 m		MDE 30 m		MDE 90 m		MDE 30 m	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Agricultura anual	12872,59	7,07	14710,74	9,66	8076,35	4,90	0,00	0,00	0,00	0,00	10,63	0,12
Agricultura perene	13,70	0,01	0,00	0,00	33,87	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Água	15,65	0,01	0,20	0,00	4,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mosaico de ocupações	244,86	0,13	205,56	0,13	154,95	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Não observado	160,68	0,09	162,45	0,11	110,36	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Natural	140902,43	77,37	112860,11	74,10	134640,01	81,74	3251,99	93,29	37,23	100,00	8303,25	92,90
Outros	0,00	0,00	2,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pastagem	27081,51	14,87	23172,29	15,21	20925,12	12,70	231,11	6,63	0,00	0,00	624,03	6,98
Silvicultura	740,55	0,41	996,87	0,65	735,22	0,45	2,69	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
Solo exposto	57,93	0,03	176,99	0,12	18,44	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Urbano	36,23	0,02	27,76	0,02	11,49	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>182126,14</b>	<b>100,00</b>	<b>152315,25</b>	<b>100,00</b>	<b>164710,20</b>	<b>100,00</b>	<b>3485,80</b>	<b>100,00</b>	<b>37,23</b>	<b>100,00</b>	<b>8937,91</b>	<b>100,00</b>

Tabela 4 Uso e cobertura do solo em Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Urucua baseado no Código Florestal e na Lei de Proteção da Vegetação Nativa.

- solução n. 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 13 maio 2002.
- Elkhrachy, I. 2018. Vertical accuracy assessment for SRTM and ASTER Digital Elevation Models: A case study of Najran city, Saudi Arabia. *Ain Shams Engineering Journal*, 9: 1807-1817.
- Eugenio, F. C.; Santos, A. R.; Louzada, F. L. R. O.; Pimentel, L. B. & Moulin, J. V. 2011. Identificação das áreas de preservação permanente no município de Alegre utilizando geotecnologia. *Cerne*, 17 (4): 563-571.
- Francelino, R. M. & Silva, J. A. 2014. Impacto da Inclinação Média na Delimitação de Área de Preservação Permanente. *Revista Floresta e Ambiente*, 21 (4): 441-448.
- Garcia, Y. M. 2012. O Código Florestal Brasileiro e suas alterações no Congresso Nacional. *Revista Geografia em Atos*, 1 (12): 54-74.
- Mahalingam, R. & Olsen, M. J. 2016. Evaluation of the influence of source and spatial resolution of DEMs on derivative products used in landslide mapping. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 7 (6): 1835-1855.
- Marion, F. A.; Santos, E. B. Dos & Hendges, E. R. 2015. Análise de modelos digitais de elevação para modelagem do relevo no município de Francisco Beltrão-PR. *Revista Geográfica Acadêmica*, 9 (2): 50-60.
- Mata, C. L.; Carvalho Jr, O. A.; Carvalho, A. P. F.; Gomes, R. A. T.; Martins, E. S. & Guimarães, R. F. 2007. Avaliação Multitemporal da susceptibilidade erosiva na bacia do Rio Urucuia (MG) por meio da equação universal de perda de solos. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 8 (2): 54-71.
- Nascimento, M. C.; Soares, V. P.; Ribeiro, C. A. A. S.; Sival, E. 2005. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. *Ciência Florestal*, 15 (2): 207-220.
- Nikolakopoulos, K. G.; Kamaratakis, E. K. & Chrysoulakis, N. 2006. SRTM vs ASTER elevation products. Comparison for two regions in Crete, Greece. *International Journal of Remote Sensing*, 27 (21): 4819-4838.
- Peluzio, T. M. O.; Santos, A. R.; Fiedler, N. C.; Coelho, A. L. N.; Eugenio, F. C.; Louzada, F. L. R. O.; Saito, N. S.; Ferrari, J. L.; Quarto Júnior, P.; Batista, R. S. 2010. Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente no ArcGIS 9.3. Alegre, CAUFES. 58 p.
- Rawat, K. S.; Singh, S. K.; Singh, M. I.; Garg, B. L. 2019. Comparative evaluation of vertical accuracy of elevated points with ground control points from ASTER<sub>DEM</sub> and SRTM<sub>DEM</sub> with respect to CARTOSAT-1<sub>DEM</sub>. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 13: 289-297.
- Ribeiro, C. A. A. S.; Soares, V. P.; Oliveira, A. M. S. & Gleriani, J. M. 2005. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. *Revista Árvore*, 29 (2): 203-212.
- Ribeiro, K. T. & Freitas, L. 2010. Impactos potenciais das alterações no Código Florestal sobre a vegetação de campos rupestres e campos de altitude. *Revista Biota Neotropica*, 10 (4): 239-246.
- Salamene, S.; Francelino, M. R.; Valcarcel, R.; Lani, J. L. & Sá, M. M. F. 2011. Estratificação e caracterização ambiental da área de preservação permanente do rio Guandu/RJ. *Revista Árvore*, 35 (2): 221-231.
- Tambosi, L. R.; Vidal, M. M.; Ferraz, S. F. B. & Metzger, J. P. 2015. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. *Estudos Avançados*, 29 (84): 151-162.
- Victoria, D. C.; Hott, M. C.; Miranda, E. E. 2008. Delimitação de áreas de preservação permanente em topos de morros para o território brasileiro. *Revista Geográfica Acadêmica*, 2 (2): 66-72.
- Victoria, D. C. 2010. Influência da Escala em uma Metodologia de Delimitação Automática de Áreas de Preservação Permanente em Topo de Morro e Montanha e Adaptação do Método Para Escalas Detalhadas. *Revista Brasileira de Cartografia*, 3 (62): 479-488.