

Determinação de áreas de preservação permanente no município de Moeda - MG, utilizando bases de diferentes escalas topográficas

Determination of permanent preservation areas in the Moeda municipality - MG, using bases in different scales topographic

Felipe Silva Guimarães

Graduado em Ecologia, Mestrando em Geografia pela PUC Minas, Brasil
felipeecologia@yahoo.com.br

Grazielle Anjos Carvalho

Doutoranda em Geografia pela UFMG, Bolsista CAPES, Brasil
grazielleanjoo@gmail.com

Artigo recebido para revisão em 19/09/2012 e aceito para publicação em 14/11/2012

RESUMO

O estudo foi realizado no município de Moeda-MG, localizado a sul da região metropolitana de Belo Horizonte. Na primeira etapa do estudo foi feita a determinação das áreas de preservação permanente (APPs) do município segundo a legislação vigente, utilizando bases topográficas em duas escalas diferentes. Uma delas é a base vetorial na escala de 1:50.000 disponibilizada pelo Geominas e a segunda refere-se às imagens SRTM, disponibilizada pela Embrapa. Na segunda etapa foram calculadas as áreas de cada uma das classes de APP resultantes dos mapeamentos feitos a partir de ambas as escalas e, posteriormente, estes valores foram comparados. Na terceira etapa foi elaborado um mapa de uso e ocupação do solo para o município. Para tal finalidade foi realizado um trabalho de campo com o intuito de identificar as formas de uso e ocupação do solo, classificar a fisionomia vegetal, além de fazer observações a respeito do estágio de sucessão e preservação dos fragmentos de vegetação presentes no município. A última etapa deu-se na elaboração de um mapa de conflito, fruto da análise em conjunto dos mapas de APPs e do mapa de uso e ocupação do solo gerando, assim, um mapa das áreas que estão, ou não, em conformidade com as legislações vigentes. Ao final observou-se que o mapa elaborado a partir da imagem SRTM apresentou APPs de topo de morro 30% menores e APPs de declividade mais de 5 vezes maiores do que o mapa feito com base nas curvas de nível provenientes do mapa em escala 1:50.000.

Palavras-chave: Município de Moeda, áreas de preservação permanente, imagem SRTM, mapa de uso e ocupação do solo.

ABSTRACT

This study was conducted in Moeda municipality (Minas Gerais state), located south of the Belo Horizonte metropolitan region. In the first stage of the study it was used two topographic bases in different scales, to lay down the city permanent preservation areas (PPA) according to the legislation. One is the base vector at a 1:50.000 scale provided by Geominas and the second one is the SRTM image released by Embrapa. In the second stage the areas of each PPA class, from both map mapping scales, were calculated and subsequently, the values were compared. The third step was a preparation of a land's use and occupation map of the city. For this purpose it was done a field work in order to identify the land's use and cover as well as classify the vegetation, and make appointments about the succession stages and preservation of the vegetations fragments in the city. The last step was the preparation of a conflict map which results from the joint analysis of PPA maps and the land's use and occupation map thus generating a map of the areas that are or are not in accordance with the existing laws. Finally it was observed that SRTM image produced map presented hilltop PPA 30% smaller and PPA slope 527% bigger than the map based on the contours from the 1:50.000 scale map.

Keywords: Moeda city, permanent preservation areas, SRTM image, land's use and occupation map

1. INTRODUÇÃO

Em âmbito federal, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) são definidas pela Lei 12.651 de maio de 2012 que recentemente revogou a Lei 4771/65 (BRASIL, 1965). Apesar da recente reforma no código florestal o conceito de APP se manteve sendo a “área coberta 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).

Fisher e Sá (2007) destacam ainda outras importâncias das APPs, além das listadas, de forma sucinta, pelo código florestal. Segundo esses autores valores de natureza econômica, ecológica, paisagística, física e psicológica estão associados às APPs tanto no ambiente urbano quanto rural.

Ainda em âmbito federal as resoluções do CONAMA N° 302/2002, 303/2002 e 369/2006 dispõem sobre as APPs. A resolução 302 diz respeito principalmente a definições de termos e estabelecimento de proposições acerca da preservação de áreas adjacentes a reservatórios artificiais além de estabelecer compromissos do empreendedor (antes e depois ao processo de licenciamento ambiental) em relação à preservação de APPs. A resolução 303 fornece a definição de alguns termos utilizados para o estabelecimento de APPs, bem como nível mais alto do rio ou curso d'água, nascente ou olho d'água, vereda, morro, montanha, base de morro

ou montanha, linha de cumeada, restinga, manguezal, duna, tabuleiro ou chapada e escarpa. Esta resolução também reafirma as distâncias as margens de cursos d'água consideradas APPs pelo código florestal além de reafirmar ecossistemas, a exemplo do mangue, e formações geomorfológicas, a exemplo de dunas e escarpas, como APPs (BRASIL, 2002).

Na esfera estadual a Política Florestal e de proteção a biodiversidade do Estado de Minas Gerais (Lei 14.309, de 19/06/2002) trata das áreas de preservação permanente (MINAS GERAIS, 2002).

De acordo com a Lei 14.309, de 19/06/2002, artigo 10º, são consideradas Áreas de Preservação Permanente ao redor de lagoa ou reservatório de água, natural ou artificial, desde o seu nível mais Alto; no topo de morros monte ou montanha; em encosta ou parte dela, com declividade igual ou superior a cem por cento ou 45° (quarenta e cinco graus), nas linhas de cumeada, em seu terço superior em relação à base; em borda de tabuleiro ou chapada, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100m (cem metros); em altitude superior a 1.800m (mil e oitocentos metros) e em vereda. O artigo 11 desta mesma lei assegura atividades antrópicas já consolidadas, contanto que não haja expansão. Além das APPs consideradas pela legislação em âmbito estadual, a Lei 4771 ainda considera as restingas (MINAS GERAIS, 2002).

No Brasil, identificar as áreas que, por lei, devem ser destinadas à preservação é uma

tarefa árdua devido, principalmente, as dimensões continentais do país. Desta forma é importante a elaboração de mapeamentos de APPs, uma vez que estes são importantes para planejamento, gestão e fiscalização do território (HOTT *et al.*, 2005).

Os procedimentos em geoprocessamento têm como escopo o reconhecimento, mapeamento e análise de ocorrências espaciais. Desta forma, por meio destes procedimentos, é possível utilizar métodos para a identificação de alvos de interesse e para aplicação da legislação e das resoluções que dizem respeito à questão ambiental (COTA, 2008). Segundo Aspiazú e Brites (1989) os Sistemas de Informação Geográficas (SIG) são definidos como conjunto de técnicas utilizadas na integração de dados provenientes de fontes variadas, como imagens de satélites, cartas climatológicas, censos e outros. Para Felgueiras (1987), um SIG tem a finalidade de automatizar tarefas realizadas manualmente e facilitar a execução de análises complexas, por meio da integração de dados geocodificados. Desta maneira, um SIG constitui uma poderosa ferramenta para o mapeamento das APPs.

Uma quantidade significativa dos mapeamentos de delimitação de APPs, principalmente feitos por empresas de consultoria ambiental, tem sido elaborados a partir das imagens SRTM disponibilizadas pela Embrapa ou bases vetorializadas do IBGE na escala de 50.000, pois estas são bases que podem ser adquiridas com facilidade. A legislação ambiental vigente acerca de áreas de preservação permanente não especifica qual a escala ou resolução espacial das bases a

serem utilizadas na determinação das APPs. Assim, esta escolha é feita pelo analista (ou instituição) que irá elaborar o mapa e, na maioria das vezes, o critério de facilidade em adquirir as bases bem como disponibilidade das mesmas é utilizado para escolhê-las. No entanto alguns estudos, como os realizados por Cota (2008) e Almeida e Berger (2007), têm demonstrado discrepâncias em mapeamentos feitos a partir de bases de escalas distintos. Este estudo é importante para averiguar a existência e intensidade destas discrepâncias e dar respaldo as escolhas das bases para este tipo de estudo.

Os objetivos deste estudo são: 1. determinar as áreas de preservação permanente do município de Moeda – MG, utilizando duas bases em escalas distintas e verificar, através da sobreposição destas áreas ao mapa de uso e ocupação do solo deste município, quais áreas não estão em conformidade com as legislações vigentes; 2. discutir as diferenças entre os mapeamentos de APPs feitos a partir de cada uma dessas bases

2. METODOLOGIA

O município de Moeda está localizado a sul da região metropolitana de Belo Horizonte, fazendo divisa com os municípios de Brumadinho, Itabirito, Ouro Preto e Belo Vele (Figura 1).

O município está inserido na bacia do Rio Paraopeba, que é afluente do Rio São Francisco. No município de Moeda existem três sub-bacias do Rio Paraopeba: a bacia do Ribeirão

dos Marinhos, a bacia do Ribeirão Contendas e a bacia do Ribeirão da Barra (Figura 1).

Quanto ao contexto geológico do município, ocorrem gnaisses ao norte, granodioritos a oeste, sudoeste e centro, tonalito na parte cen-

tro-leste até sudeste, e em toda a borda leste, próximo a divisa municipal entre moeda e itabirito, na Serra da moeda, ocorrem filitos e ainda mais a leste, Itabiritos. Estes últimos em pequenas áreas do município (CPRM, 2003).

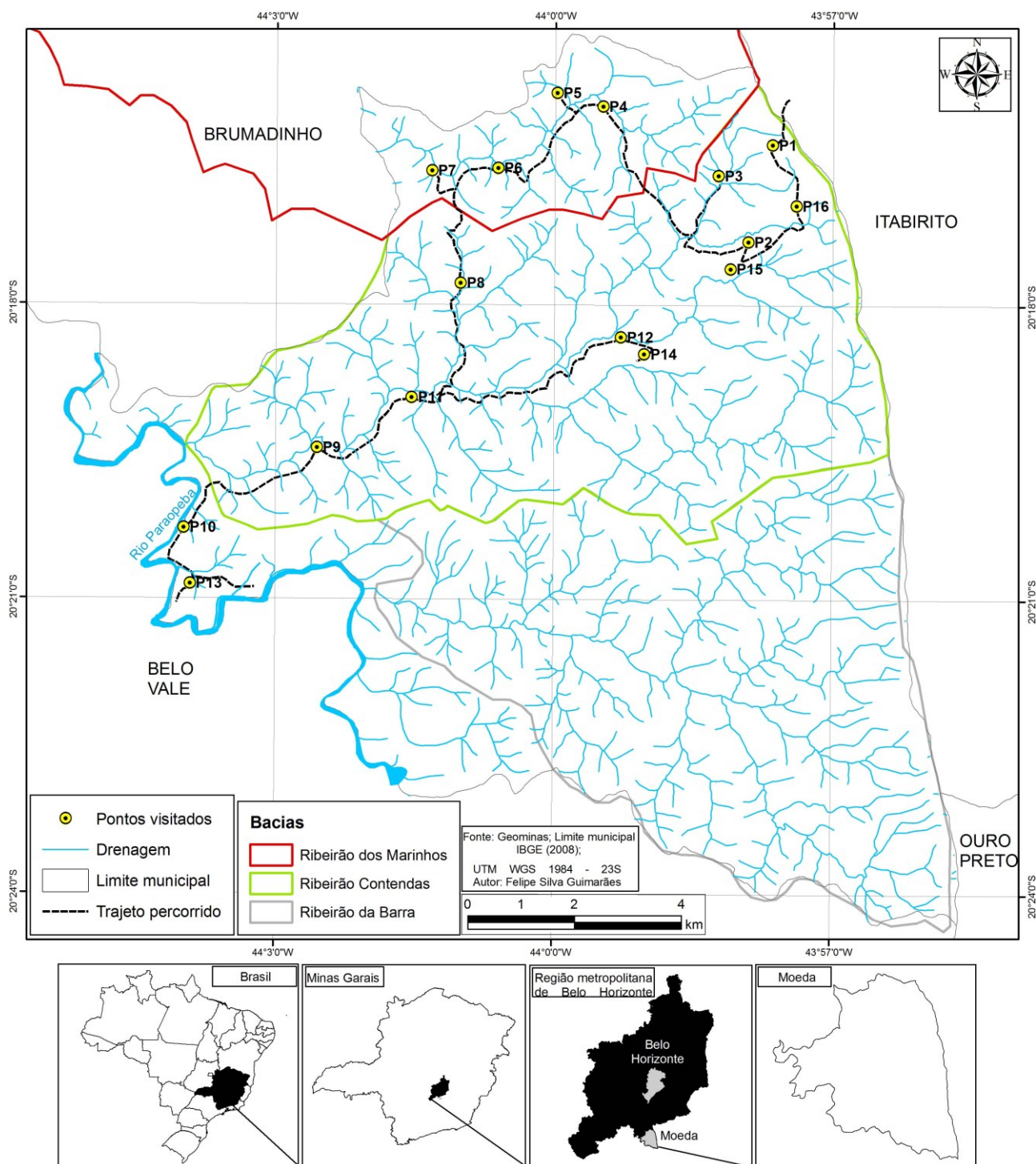


Figura 1 – Localização do município de Moeda e das bacias hidrográficas contidas entre os limites do município, trajeto percorrido e pontos visitados durante o trabalho de campo.

Á amplitude altimétrica na área de estudo é considerada alta segundo os parâmetros utilizados por Florenzano (2008). As cotas mais baixas estão a 770m, onde o rio Paraopeba acompanha o limite municipal entre Moeda e Belo. Já as cotas mais altas estão a 1480m, na Serra da Moeda. O relevo apresenta declividades acentuadas próximo a Serra da Moeda onde é comum a presença de escarpas. Nas regiões de cotas altimétricas intermediárias o relevo é forte ondulado (declividades entre 20 e 45%) onde são comuns vertentes convexas. Próximo ao nível de base local o relevo chega a ser suave ondulado (declividades entre 3 e 8%) e plano (declividades entre 0 e 3%), onde são comuns vertentes côncavas e planícies de inundação.

O mapeamento pedológico disponível que contempla a área do município de Moeda se encontra em uma escala pouco detalhada (1:1.000.000). Segundo este mapeamento são encontrados no município Latossolo férrico, Neossolo Litólico e Cambissolo. No entanto, através do trabalho de campo verificou-se a existência de Neossolos Litólicos associados às cotas de maior altitude situadas na Serra da Moeda, estando estes tipos de solo normalmente associados a campos rupestres. Também é provável a existência de Cambissolos, associados principalmente as médias vertentes, de Gleysolos, ou outra classe de solo hidromórfico, associados a áreas brejosas, e Neossolos Flúvicos, associados às planícies de inundação e várzeas do Rio Paraopeba.

De acordo com o IBGE⁽²⁾ a vegetação predominante no município é de Mata atlântica

e segundo o mapeamento feito pelo IBGE⁽¹⁾ (1993), em escala 1:5:000.000, ocorrem no município fragmentos de floresta estacional decidual e um mosaico de pastagens e monoculturas.

A ocupação do município de Moeda foi impulsionada no início do século XVIII pela atividade uma casa de fundição de moedas falsas. O adensamento demográfico iniciou-se devido à chegada dos trilhos da Estrada de Ferro Central do Brasil. (IBGE⁽³⁾).

As classes de APPs mapeadas na área de estudo foram de nascentes, topos de morro, considerando a linha de cumeada, declividades superiores a 45°, e cursos d'água. O respaldo legal para mapeamento de cada uma dessas categorias se encontra na Lei N° 14.309 conforme é apresentado a seguir:

- APPs de nascentes: nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;
- APPs de cursos d'água: de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura e de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200, como é o caso do rio Paraopeba que constitui o nível de base local;
- APPs de declividade superior a 45°: nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

Nas APPs de topo de morro adota-se o disposto na resolução 303/2002 do CONAMA artigos 2º e 3º: 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 e seguindo, também, o critério das linhas de cumeada onde a 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. Ainda segundo esta resolução, “na ocorrência de dois ou mais morros ou montanhas cujos cumes estejam separados entre si por distâncias inferiores a quinhentos metros, a Área de Preservação Permanente abrangerá o conjunto de morros ou montanhas, delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura em relação à base do morro ou montanha de menor altura do conjunto, aplicando-se o que segue: I - agrupam-se os morros ou montanhas cuja proximidade seja de até quinhentos metros entre seus topos;

II - identifica-se o menor morro ou montanha;

III - traça-se uma linha na curva de nível correspondente a dois terços deste; e

IV - considera-se de preservação permanente toda a área acima deste nível.”

O software Arcgis 9.3 foi utilizado para elaborar todos os mapas apresentados neste estudo e para realizar os cálculos de áreas.

A base vetorial para o mapeamento de APPs de cursos d’água foi a disponibilizada pelo GeoMinas sendo ela uma vetorização da

carta na escala 1:50.000 do IBGE. Foram feitas algumas correções nos vetores de córregos que apresentavam alguns erros. As APPs de cursos d’água foram delimitadas através de um buffer de 100m para o rio Paraopeba, e de buffers de 30m para os demais. É importante ressaltar que para essa delimitação os rios foram considerados apenas como uma linha, não considerando o limite de maior vazão, como estabelece o artigo 2º da resolução CONAMA nº 303/2002. Isso foi feito devido à inexistência de mapeamentos que estabeleçam estes limites. A consideração dos pontos de maior vazão poderia ser feita a partir da observação contínua das cheias dos rios durante vários anos o que aumentaria, significativamente, o custo e o tempo do mapeamento tornando-o inviável.

As APPs de nascente foram delimitadas através da criação de buffers de raio de 50m. O mapeamento das nascentes foi feito considerando-as como o ponto inicial das linhas vetoriais dos rios da base disponibilizada pelo GeoMinas. Ressalta-se que as posições das nascentes determinadas por este método não correspondem a suas posições exatas. Para determinação mais precisa da localização das nascentes seriam necessários vários trabalhos de campo para demarcar cada nascente em loco.

A determinação das APPs de declividade e de topo de morro foi feita duas vezes para fim de comparação: uma através da base vetorizada a partir da carta topográfica em escala 1:50.000 do IBGE; e a outra a partir de imagem SRTM,. Segundo Miranda (2005), esta ultima possui

resolução espacial de 90m e é compatível com a escala 1:250.000.

Inicialmente, foi criado um modelo digital de elevação (MDE) em formato raster, com valores altimétricos representados em escala de tons de cinza, através da interpolação das curvas de nível em escala 1:50.000. Em seguida este raster foi reclassificado de modo a destacar as áreas com declividade maior ou igual a 45° das demais áreas. Posteriormente as áreas destacadas foram convertidas para vetores. Procedimento semelhante foi realizado para imagem SRTM. No entanto, como esta já se encontra em formato raster com valores da altimetria em tons de cinza, foi necessário apenas reclassificá-la e converter para formato vetorial.

A delimitação das APPs de topo de morro também foi feita a partir das curvas de nível na escala 1:50.000 e da imagem SRTM. Para tal fim seguiu-se a metodologia proposta por Santos et al. (2010).

Após a delimitação das APPs de nascentes e cursos d'água com base nos vetores da hidrografia disponibilizados pelo Geominas e das APPs de topo de morro e declividades superiores a 45°, foram elaborados dois mapas os quais apresentam a união de todas as classes de APPs (apresentados na figura 4 dos resultados). O primeiro mapa é a união das APPs de nascentes e cursos d'água com as APPs de topo de morro e de declividade, estas duas últimas estabelecidas com base nos vetores de curva de nível da carta do IBGE - escala 1:50.000. Ao longo do estudo esse mapa será referido como M-APP1. O segundo mapa é resultado da união das

APPs de nascentes e cursos d'água com as APPs de topo de morro e de declividade sendo que estas duas últimas foram estabelecidas com base na imagem SRTM. Ao longo do trabalho este mapa será referido como M-APP2.

Para a elaboração do mapa de uso e ocupação do solo foi realizado um trabalho de campo onde foram visitados vários locais do município de Moeda. A localização da maioria destes pontos de visita foi estabelecida previamente com base na observação de imagem de satélite RapidEye, com resolução espacial de 5m, data de 2009. Os critérios de definição dos pontos foram os seguintes: 1 tentou-se visitar áreas com características, significativamente, distintas quanto a cor textura e forma e tamanho de modo a fazer com que a amostragem contemplasse o maior número de classes de uso possível; 2. áreas que deixavam dúvida na interpretação pela imagem de satélite, a exemplo de áreas afetadas por sombreamentos causados por nuvens. As coordenadas dos pontos preestabelecidos segundo os critérios citados anteriormente foram plotadas em um aparelho receptor GPS da marca Garmin, modelo Colorado 300. Em campo fez-se anotações sobre cada ponto visitado bem como do trajeto percorrido (figura 1), acerca do uso do solo, tipo e estado sucessional aparente da vegetação, sobre a litologia, geomorfologia e sobre possíveis relações entre a distribuição da vegetação o relevo e tipos de rocha. Também foram tiradas fotografias em todos os pontos visitados e em vários trechos de relevância do trajeto percorrido.

Após o trabalho de campo iniciou-se o processo de vetorização dos polígonos de classes de uso e ocupação do solo tendo como base a imagem de satélite RapidEye. Este procedimento foi realizado tomando como referência as anotações de campo e utilizando elementos visuais como textura, cor, forma, tamanho e posição no relevo. Com o intuito de diminuir as dúvidas e evitar possíveis confusões no momento da vetorização, após identificar todas as classes presentes na área de estudo foi criada uma chave de identificação para as classes, com base em Florenzano (2008). A seguir são apresentadas as características utilizadas para definir cada classe:

Capão de mata: pequenos fragmentos de vegetação arbórea e arbustiva localizados próximo as nascentes da Serra da Moeda, circundados por uma matriz de campo rupestre. Apresentam forma normalmente circular, cor verde escuro e textura pouco rugosa.

Mata de galeria: fragmentos de vegetação em forma linear, associados a algum curso d'água ou ravina. Cor verde escuro e textura pouco rugosa.

Mata: fragmentos de vegetação de tamanho e forma variados localizados mais próximo a Serra da Moeda sendo pouco comuns em direção ao nível de base local. Apresentam cor verde escuro e textura pouco rugosa.

Mata ciliar: fragmentos de vegetação que variam da forma linear a circular, associados, principalmente, ao Rio Paraopeba. O tom de verde é, em geral, um pouco mais claro do

que nas classes anteriores e a textura um pouco mais rugosa.

Pastagem: ocupa a maior parte da área do município ficando mais freqüente em altitudes inferiores a 1020m. Esta classe pode ser percebida como uma matriz na qual a maioria das outras classes está inserida. A cor é verde claro, sendo comum a presença de pontos ou manchas verde escuro (árvores esparsas) e a textura é lisa. As áreas de monocultura foram agrupadas junto a esta classe devido à difícil separação delas em detrimento da semelhança de cor e textura entre a monocultura predominante no município (cana de açúcar) e a pastagem e devido ao tamanho pouco representativo e praticamente imperceptível na resolução da imagem de satélite utilizada para este mapeamento. A classe de solo exposto também foi agrupada nesta classe por causa ao ultimo motivo citado.

Campos rupestres: Estão associados aos afloramentos rochosos da Serra da Moeda estando, quase na totalidade, em altitudes superiores a 1150m. A cor é, predominantemente, cinza com misturas entre esta cor e o verde escuro. A textura é muito rugosa devido à característica dos afloramentos que sobressaem em relação ao aspecto de textura lisa comum em vegetação campestre.

Campo rupestre altimontano: vegetação campestre associado à ocorrência de afloramentos de rochas do embasamento que normalmente formam pontões rochosos. Esta classe é rara na área de estudo e apresenta formas arredondadas, pequenos tamanhos em relação a fra-

gmentos da maioria das outras classes. As cores são misturas entre cinza escura e verde escuro. A textura é um pouco mais rugosa do que as verificadas nas classes de mata.

Formação de capoeira: fragmentos de vegetação de formas geométricas apresentando transições, normalmente, para formações em estado de sucessão menos avançados. Estão localizados mais distantes da Serra da Moeda ficando mais comuns a medida em que se aproxima do nível de base local. Apresentam cor verde escuro, porém um pouco mais claro do que o tom apresentado pela formação de mata. A textura também é um pouco mais rugosa do que a apresentada pela classe de mata

Campo sujo: ocorrem normalmente em locais de transição entre áreas de pastagem e formação de capoeira. As formas e tamanhos são variados, a cor predominante é um tom de verde entre o apresentado pela formação de capoeira e o apresentado pela classe pastagem. A textura é rugosa.

Área urbana ou com adensamento demográfico (AUAD): localizada próximo a estradas principais, apresentam formas geométricas sendo possível destacar elementos antrópicos, como praças, e cor cinza.

Pomar: árvores mais esparsas do que nas classes de vegetação natural. Normalmente estão associados moradias em áreas urbanas e sedes de fazendas.

Terminado os mapas de APPs e o mapa de uso e ocupação do solo foi feito, a partir da análise da sobreposição desses, o mapa de conflito do uso. Para este fim foi utilizada a ferra-

menta *clip* do Arcmap que recortou o mapa de uso e ocupação do solo através das feições dos mapas de APPs de forma a excluir da análise todas as áreas localizadas fora dos limites das APPs, como mostra a figura 7. Após este procedimento, calculou-se a área absoluta e relativa de cada classe de uso que se encontra dentro das APPs. As classes mata ciliar, campo rupestre, campo rupestre altimontano, campo sujo, capão de mapa, formação de capoeira e mata e mata de galeria foram consideradas como uso adequado, enquanto as classes pastagem, pomar e AUAD foram consideradas inadequadas. Finalmente calculou-se a extensão das áreas que apresentam o uso adequado e inadequado em relação à delimitação das APPs do município de moeda. O fluxograma da figura 2 representa, sinteticamente, a metodologia utilizada no estudo.

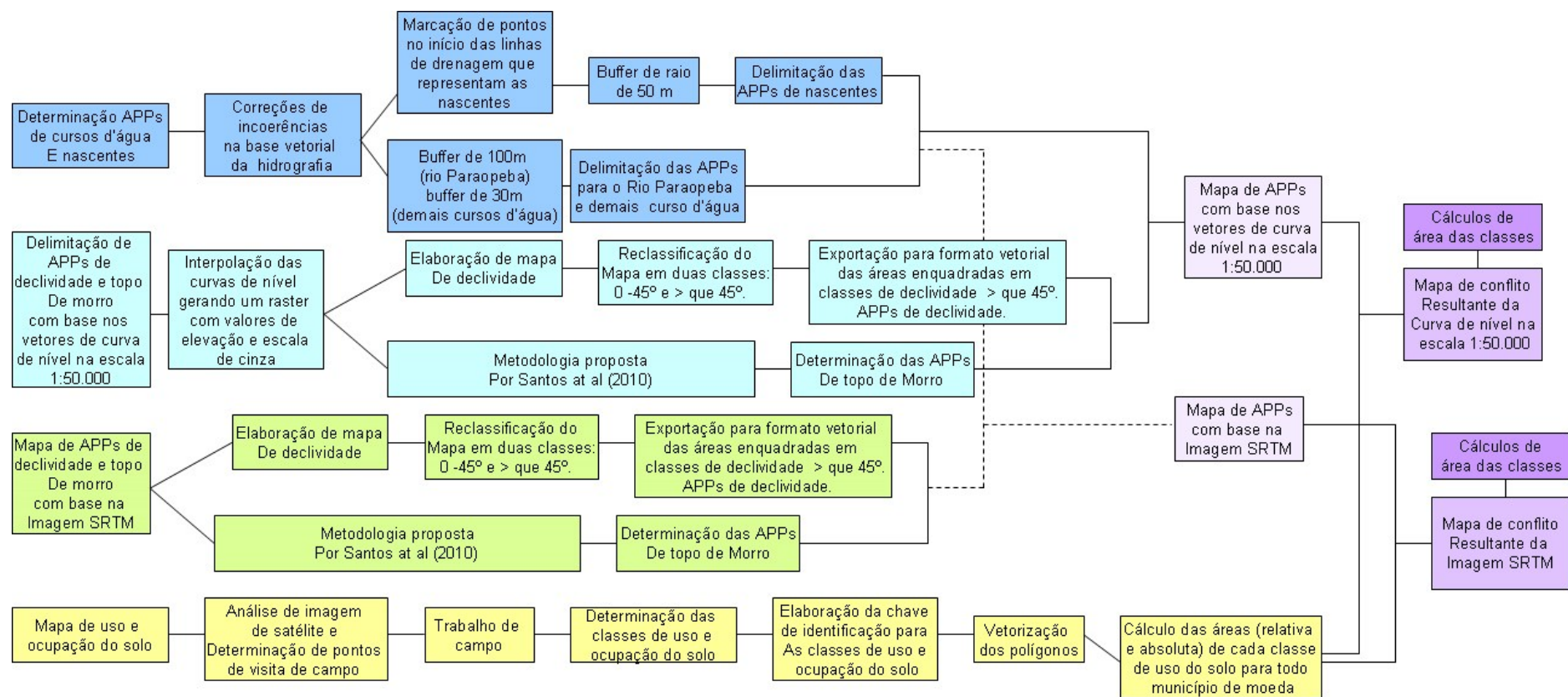


Figura 2 – fluxograma contendo representação sistematizada e sintética da metodologia utilizada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As diferenças entre os dois mapas de APPs apresentados por este estudo (M-APP1 e M-APP2) residem nas classes de APPs de topo de morro e de declividade uma vez que as classes “nascentes” e “cursos d’água” foram mapeadas a partir da mesma base em ambos os mapas, como foi explicado na metodologia. Portanto, ao comparar os quadros 1 e 2 a seguir nota-se que os valores, em termos de área absoluta, não diferem nos dois mapas de APP quanto a estas duas classes.

Analizando o quadro 1, que representa as APPs relativas e absolutas calculadas a partir do M-APP1, observa-se que estas áreas ocupam 50,89% (78,79km²) do município. Já ao observar o quadro 2, (que representa o cálculo de APPs relativo e absoluto com base no M-APP2), percebe-se que as APPs ocupam apenas 41,38% (64,79km²) da área do município.

No primeiro mapa as APPs de topo de morro e de declividade apresentaram áreas de 50,85km² e 0,043km² respectivamente (quadro

1), enquanto o segundo mapa apresentou, para estas mesmas classes, os valores de 35,95km² e 0,23 km² (quadro 2). Com base nestes valores, nota-se que as APPs de topo de morro do segundo mapeamento apresentam 70,71% da extensão dessa mesma classe no primeiro mapeamento, ou seja, há uma diferença considerável (29,29%) entre a classe de topo de morro nos dois mapas. Já a classe de declividade do segundo mapeamento é mais de 5 vezes maior em relação à mesma classe do primeiro do primeiro, como mostra o quadro 3 e também é possível visualizar através da comparação entre os quadros 1 e 2. Estas discrepâncias também podem ser facilmente percebidas pela visualização das figuras 4 e 5. Nota-se que no M-APP1 (figura 4A) há apenas algumas pequenas APPs de declividade a nordeste da área de estudo, enquanto no M-APP2 (figura 4B) estas APPs consideravelmente maiores e estão distribuídas desde o nordeste, passando pelo leste até o sudeste do município.

APP	Área (km ²)	% da área das APPs	% da área do município
Nascentes	3,97	5,04	2,56
Declividade	0,043	0,054	0,028
Cursos d’água	23,92	30,36	15,45
Topo de morro	50,85	64,55	32,85
Total	78,79	100,00	50,89

Quadro 1 – área absoluta e relativa das APPs no mapa elaborado com base nas curvas de nível compatíveis com a escala 1:50.000 (M-APP1). A última coluna mostra a porcentagem de cada classe de APP em relação à área do município.

APP	Área (km ²)	% da área das APPs	% da área do município
Nascentes	3,97	6,20	2,56
Declividade	0,23	0,35	0,15
Cursos d’água	23,92	37,32	15,44
Topo de morro	35,95	56,13	23,22
Total	64,07	100,00	41,38

Quadro 2 – área absoluta e relativa das APPs no mapa elaborado com base na Imagem SRTM (M-APP2). A última coluna mostra a porcentagem de cada classe de APP em relação à área do município.

	Nascentes	Declividade	Cursos d'água	Topos de morro
APPs (%)	100	527,1	100	70,7

Quadro 3 – relação entre as áreas de APPs dos mapas feitos utilizando as curvas de nível na escala 1:50.000 e a imagem SRTM. Os valores da tabela representam a porcentagem que a área de cada classe no mapa feito com base na Imagem SRTM representa do mapa na escala 1:50.000.

Almeida e Berger (2007), ao comparar mapas de APPs da mesma bacia elaborados a partir de bases em escalas 1:10.000 e 1:50.000 verificaram que o modelo digital de elevação (MDE) da escala menos detalhada apresentava maior gradiente altimétrico. Este variava de 140m a 460m na escala de 1:50.000 enquanto na

escala de 1:10.000 as altitudes mínima e máxima foram, respectivamente, de 190 e 440m. No presente estudo também foi possível notar diferenças entre as amplitudes altimétricas dos mapas feitos a partir de diferentes escalas.

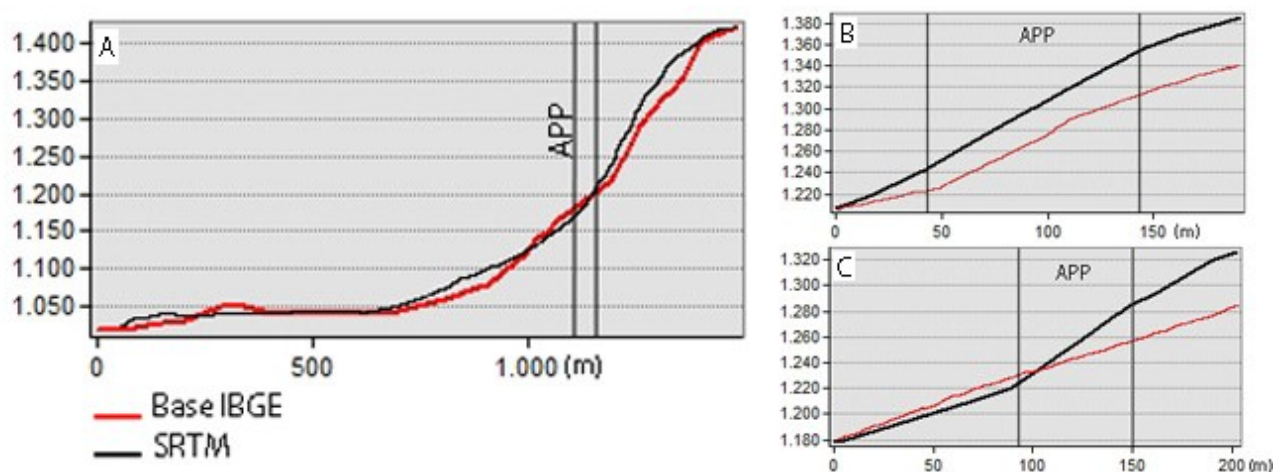


Figura 3 – Perfis de vertentes que apresentaram declividades superiores a 45°. O gráfico B representa uma ampliação do trecho onde se localiza a APP do gráfico A. O gráfico C representa outra vertente onde a declividade é superior a 45°, sendo perceptível a maior inclinação da linha preta se comparada com a linha vermelha. O trecho que apresenta declividade superior a 45° está representado entre as linhas verticais.

Na figura 3 a curva vermelha representa parte de uma vertente extraída do modelo digital de elevação (MDE) feito com base em carta 1:50.000 enquanto a curva preta representa a mesma parte da vertente, porém extraída do MDE feito com base na imagem SRTM. Analisando as figuras 3B e 3C as diferenças de amplitude altimétricas podem ser percebidas ao comparar as duas curvas permitindo observar que, ao longo da mesma distância horizontal, a curva

vermelha apresenta menor gradiente e, consequentemente, menores declividades. Ao observar a figura 3A maiores declividades da vertente representada pela curva preta (imagem SRTM) podem ser notadas em vários trechos indicados por uma maior inclinação desta curva em relação à outra.

No estudo de Almeida e Berger (2007) as APPs de declividade do mapa feito a partir da escala de menor detalhe tiveram maiores tama-

nhos, como ocorreu nesse estudo. No entanto, no estudo de Almeida e Berger, o mapa elaborado a partir de escala de maior detalhe apresentou um maior número de APPs de declividade resultando em uma maior área total de APPs dessa classe. O resultado encontrado no presente estudo diferiu, nesse aspecto, dos resultados encontrados por Almeida e Berger (2007).

Embora a classe de APPs de declividade do segundo mapa seja mais de cinco vezes maior do que esta mesma classe no primeiro mapa percebe-se que a extensão total das APPs do primeiro mapeamento ainda é maior.

Isso se deve a classe de APP de topo de morro que ocupa áreas mais representativas nos dois mapas. No entanto, no primeiro mapa, esta classe possui área significativamente maior em relação ao segundo mapa, conforme pode ser observado nos quadros 1 e 2.

Outra diferença importante notada entre os mapas elaborados a partir dos vetores em escala 1:50.000 e da imagem SRTM foi em relação as feições dos polígonos que delimitam as APPs, principalmente, de topo de morro. É possível observar que essas feições são expressivamente mais suaves no M-APP1, (figura 4A), do que no M-APP2

Pode-se também notar, através da comparação dos quadros 1 e 2, que esta classe de APP no M-APP1 foi 1,4 vezes maior do que no M-APP2.

Estes resultados são concordantes com os resultados encontrados por Almeida e Berger (2007) onde as APPs de topo de morro apresentaram menor extensão no mapa elaborado com

base de menor escala. No entanto, no estudo desses autores as APPs de topo de morro do mapa em escala de menor detalhe apresentaram a soma das áreas mais de nove vezes menor do que o mapa feito com base de maior escala.

A partir da comparação entre os mapas da figura 4A e 4B, e da observação do mapa da figura 5 é possível verificar, também, que várias áreas que seriam consideradas pertencentes à APPs de topo de morro, segundo o critério da legislação de linha de cumeada e distância entre picos inferior a 500m, foram desprezadas no mapa da figura 4B e nos polígonos vermelhos do mapa da figura 5 (M-APP2). Assim, neste ultimo mapa, várias conexões entre topos de morro, as quais no M-APP1 (figura 4A e linhas azuis do mapa da figura 5) fizeram parte da linha de cumeada, foram perdidas deixando estes topos isolados. Esta perda, aparentemente, foi um fator de grande importância para explicar a diferença na extensão de APPs de topo de morro entre os dois mapeamentos.

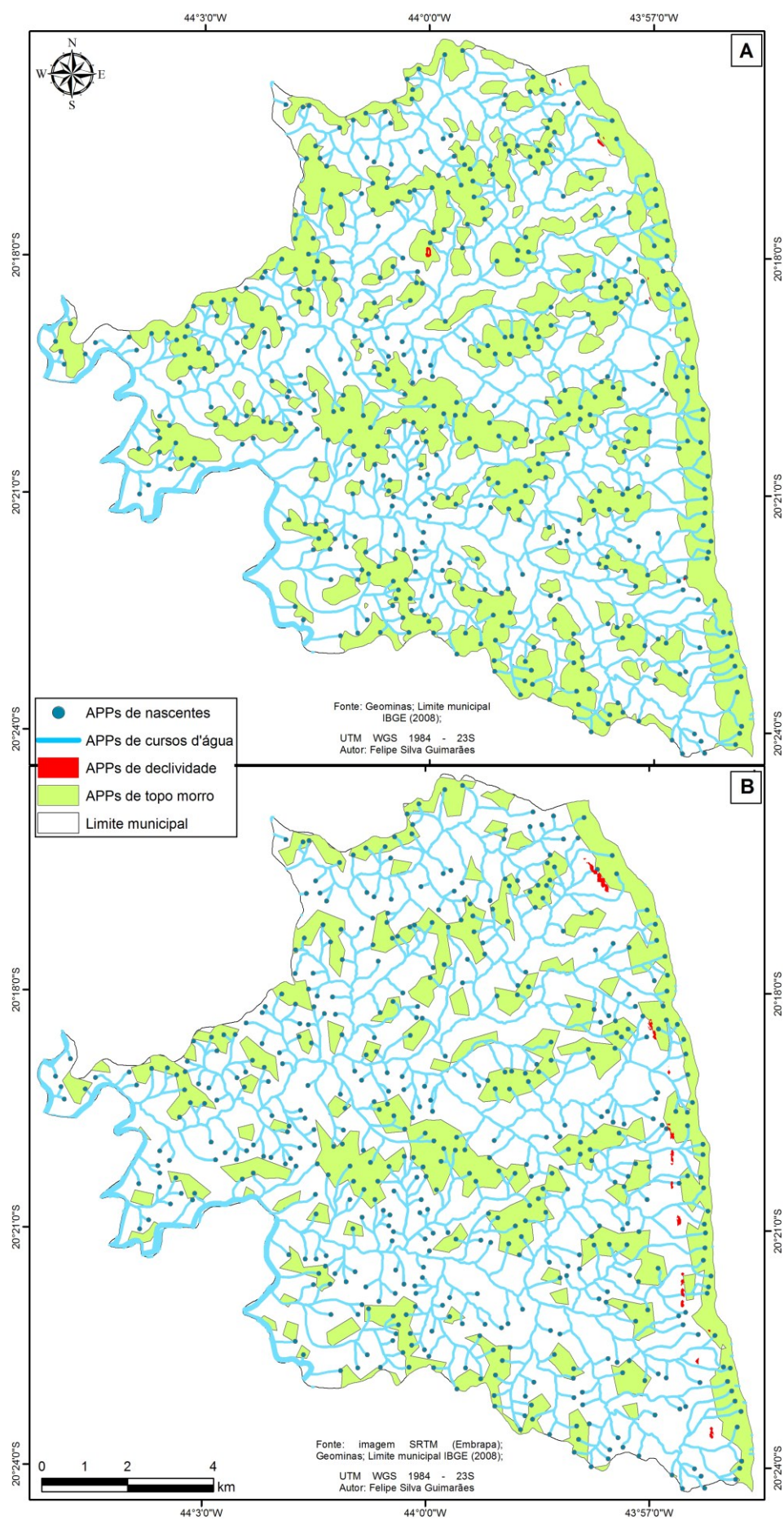


Figura 4 – comparação entre as APPs determinadas com base no mapa em escala 1:50.000 (A), e com base na imagem SRTM (B).

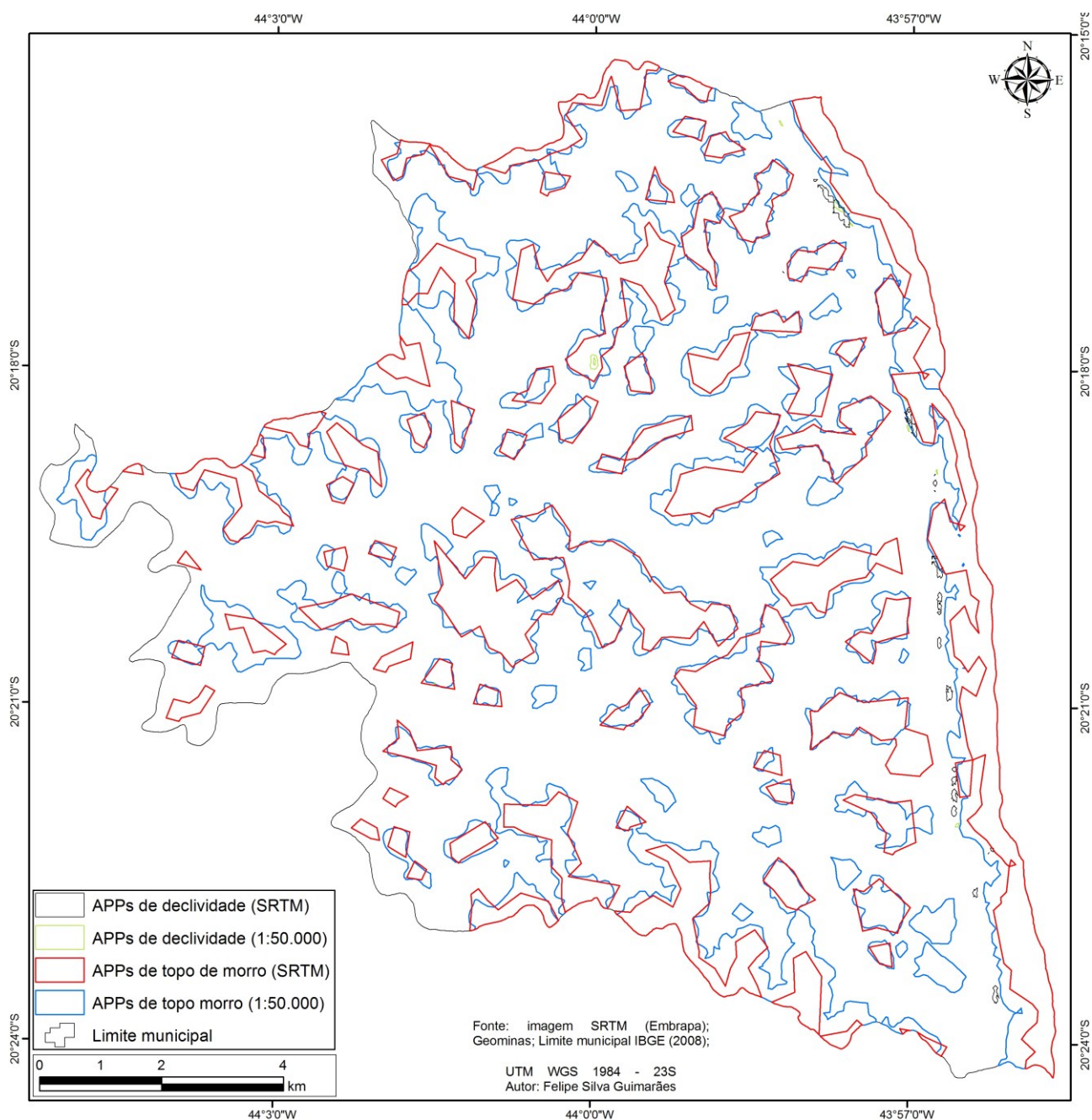


Figura 5 – sobreposição das APPs de topo de morro e de declividade do M-APP1 (feito com base na imagem SRTM) e M-APP2 (feito a partir dos vetores em escala 1:50.000).

Ao observar o mapa de uso e ocupação do solo (figura 6), percebe-se que as classes de área mais expressiva são de pastagem e campo rupestre com, respectivamente, 59,11% e 10,45% da área do município (quadro 4). Isto se deve, provavelmente, as condições de relevo movimentado e solo pouco desenvolvido da Serra da Moeda, onde ocorrem os campos rupestres, o que torna inviável a utilização desta

área para agricultura e pecuária. Já nas áreas onde predominam a classe de pastagem há uma situação oposta. Nota-se que quanto mais se aproxima do nível de base local, onde o relevo apresenta-se cada vez mais suave e os solos tendem a ser mais profundos, maior a área ocupada pelas classes de pastagem, monoculturas e solo exposto. A classe mata foi a terceira mais representativa com 9,9% da área do município. Nota-

se que esta classe fica mais rara à medida que se aproxima do nível de base local perdendo espaço para as áreas de pastagem, o que também pode ser percebido ao observar o mapa da figura 6.

Classe de uso do solo	Área (km ²)	%
Pastagem, monoculturas e solo exposto	91,51	59,11
Mata de galeria	10,63	6,87
Capão de mata	0,05	0,03
Mata	15,33	9,90
Formação de capoeira	8,13	5,25
Campo sujo	8,90	5,75
Mata ciliar	0,48	0,31
Área urbana ou com adensamento demográfico	1,91	1,23
Campo rupestre altimontano	1,22	0,79
Pomar	0,51	0,33
Campo Rupestre	16,17	10,45
Total	154,84	100,00

Quadro 4 – área absoluta e relativa de cada classe de uso do solo no município de Moeda.

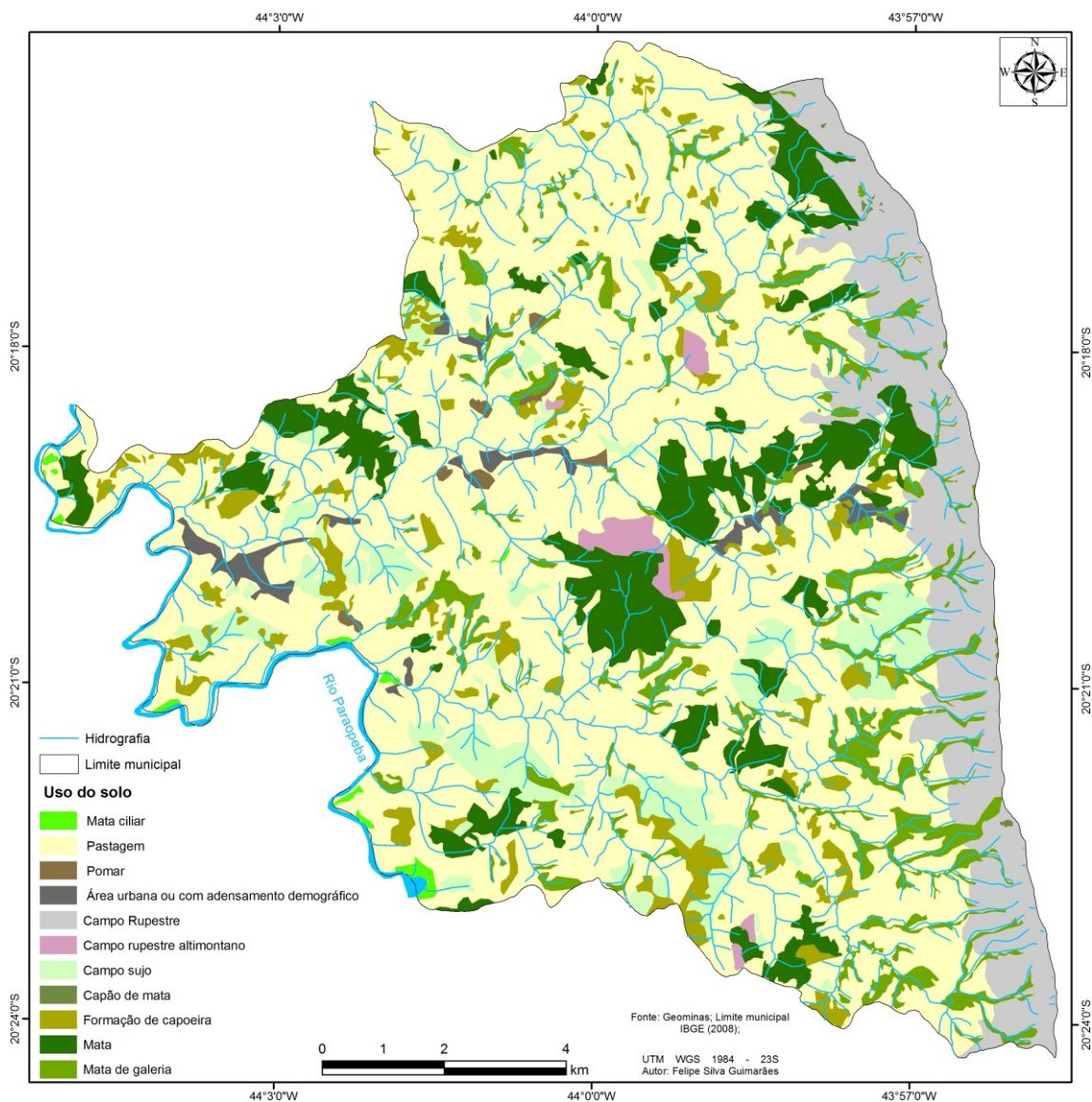


Figura 6 – mapa de uso e ocupação do solo do município de Moeda.

Ao observar o quadro 5 nota-se que todas as classes de uso do solo das APPs apresentam tamanhos relativos (%) similares em relação aos produtos obtidos com base nas duas escalas de mapeamento. No entanto, ao se comparar os valores absolutos (em km²) dessas classes de uso dos dois mapeamentos (quadro 5), verifica-se uma maior discrepância que, no caso

da classe Pastagem chega a ser mais de 8km², ou 20%, maior no mapeamento feito a partir da imagem SRTM. Essa diferença na área absoluta das classes de uso do solo situadas dentro das APPs ocorre devido à maior área das APPs do M-APP1. Assim, quanto maiores as APPs, maior as áreas de classes de uso e ocupação do solo nelas inseridas

Classe de uso do solo	Base na escala 1:50.000		Imagem SRTM	
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
Pastagem, monoculturas e solo exposto	40,83	51,99	32,41	50,81
Mata de galeria	5,61	7,15	5,35	8,39
Capão de mata	0,04	0,05	0,04	0,06
Mata	8,73	11,11	7,85	12,31
Formação de capoeira	5,07	6,45	3,44	5,39
Campo sujo	4,85	6,18	3,42	5,36
Mata ciliar	0,34	0,43	0,35	0,55
Área urbana ou com adensamento demográfico	0,47	0,59	0,41	0,64
Campo rupestre altimontano	0,92	1,18	0,62	0,98
Pomar	0,13	0,17	0,15	0,23
Campo Rupestre	11,54	14,70	9,76	15,29
Total	78,53	100,00	63,80	100,00

Quadro 5: área absoluta e relativa de cada classe de uso do solo dentro das APPs no município de Moeda.

O Quadro 6 mostra, para as duas escalas de mapeamento trabalhadas, a porcentagem e extensão das áreas de uso adequado e inadequado dentro das APPs. Estes valores foram obtidos a através de cálculos a partir dos mapas da figura 7. Nota-se que a diferença dessas áreas, comparando ambos mapas, foi pequena em termos de área relativa, pouco maior que 1%. No entanto em relação à área absoluta, a diferença foi

significativa, chegando a mais de 8km² para as classes com uso inadequado. O motivo pelo qual estas áreas absolutas, tanto de uso adequado quanto inadequado, são maiores no mapa de conflito baseado no M-APP1 (figura 7A) é que este mapa apresenta maiores extensões de APPs, como mostram os quadros 1 e 2.

Uso	Base na escala 1:50.000		Imagem SRTM	
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
Adequado	37,11	47,25	30,83	48,33
Inadequado	41,43	52,75	32,97	51,68

Quadro 6 – área relativa e absoluta de uso adequado e inadequado do solo para os mapeamentos realizados nas duas escalas.

Nota-se que as APPs com uso inadequado são mais frequentes em direção a oeste (como é possível notar na figura 7), o que provavelmente ocorre devido ao relevo cada vez menos movimento que passa a predominar em direção ao Rio Paraopeba. Isto favorece a ocupação do solo para fins de moradia e para introdução de pastagens e monoculturas, como mostram os mapas da figura 6.

Observa-se, também, que grande parte das APPs de cursos d'água, representadas nos mapas por formas lineares, apresentam uso inadequado o que também se acentua em direção a oeste, onde as APPs do Rio Paraopeba estão classificadas quase totalmente como uso inadequado (Figura 7).

A partir dos gráficos apresentados na figura 9 é possível observar as formas de ocupação do solo em cada categoria de APP. Nota-se, pela análise do gráfico A (que representa os resultados dos mapeamentos feitos com base na escala 1:50.000), que a pastagem é o uso predominante em todas as categorias de APP. Já no gráfico B (expressa os resultados dos mapeamentos feitos com base na Imagem SRTM) as áreas de pastagem na categoria APP de declividade maior que 45° foram insignificantes.

Nota-se que em ambos os gráficos (figura 8) a classe Campo rupestre foi, significativamente, presente nas categorias de APP de topo de morro e de declividade superior a 45°. Isso pode ser explicado pela ocorrência dos campos rupestres relacionada a Serra da Moeda, onde as

altitudes e declividades são mais elevadas. Por outro lado,

a preservação dos Campos rupestres está relacionada às condições de solo raso ou mesmo ausência de solo, bem como as altas declividades que inviabilizam muitas atividades econômicas.

Embora as áreas de campos rupestres estejam localizadas apenas em uma estreita faixa, sentido N-S, no leste do município (figura 6), observa-se que, na categoria de cursos d'água e nascentes, esta classe de uso do solo foi a quarta mais representativa (figura 8). A associação de nascentes aos campos rupestres pode ser explicada pelo fato de a Serra da Moeda, onde estes campos rupestres estão localizados, se tratar da unidade de maior elevação das três principais bacias hidrográficas da área de estudo, o que configura o local como importante zona de recarga. Esta relação mostra os campos rupestres exercem importante função na manutenção da drenagem no município de Moeda, reforçando a importância de sua preservação.

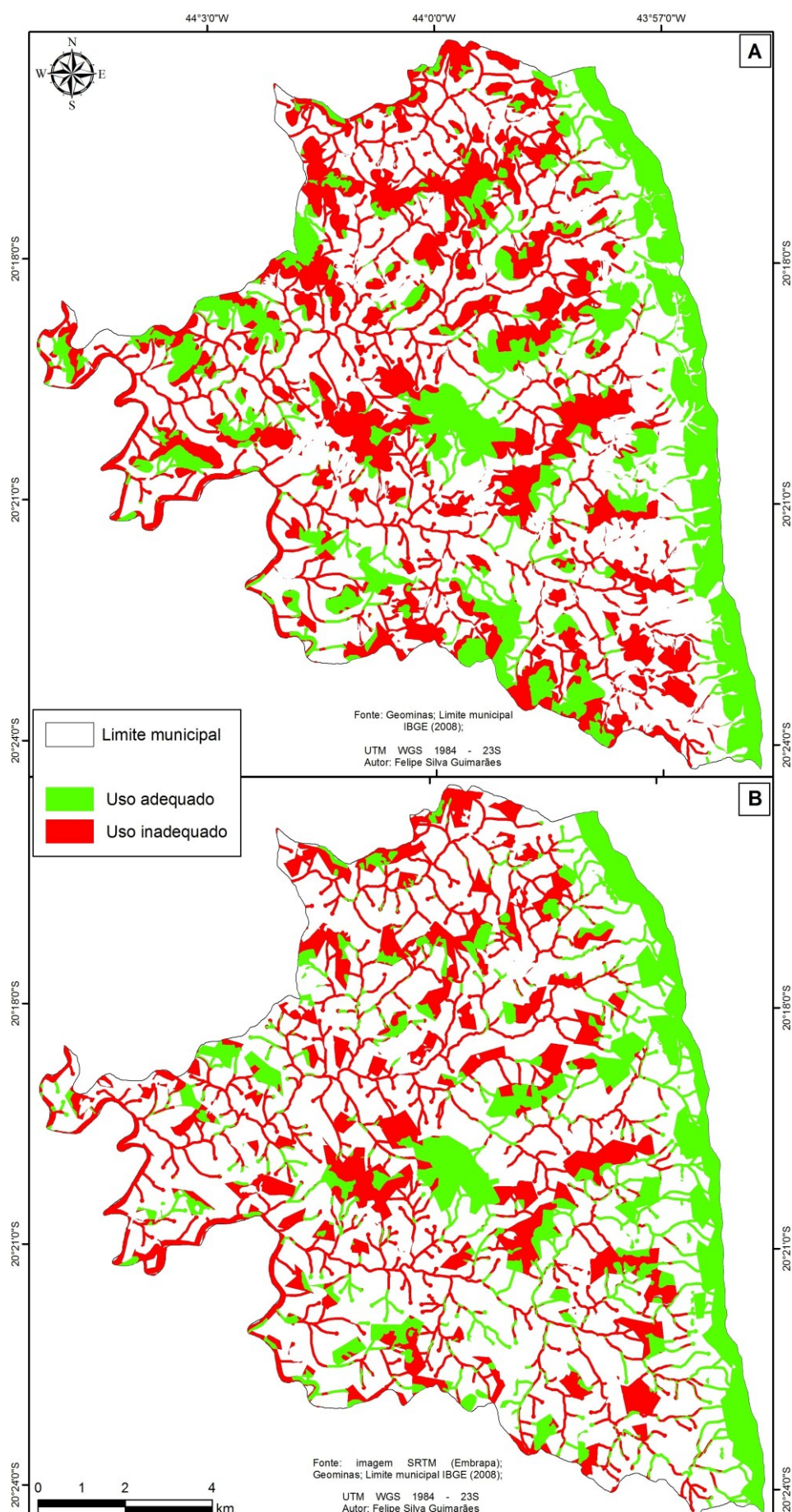


Figura 7 – Mapas de conflito do uso do solo baseado na carta em escala 1:50.000, e no mapa de uso e ocupação do solo (A) e baseado na imagem SRTM, e no mapa de uso e ocupação do solo (B).

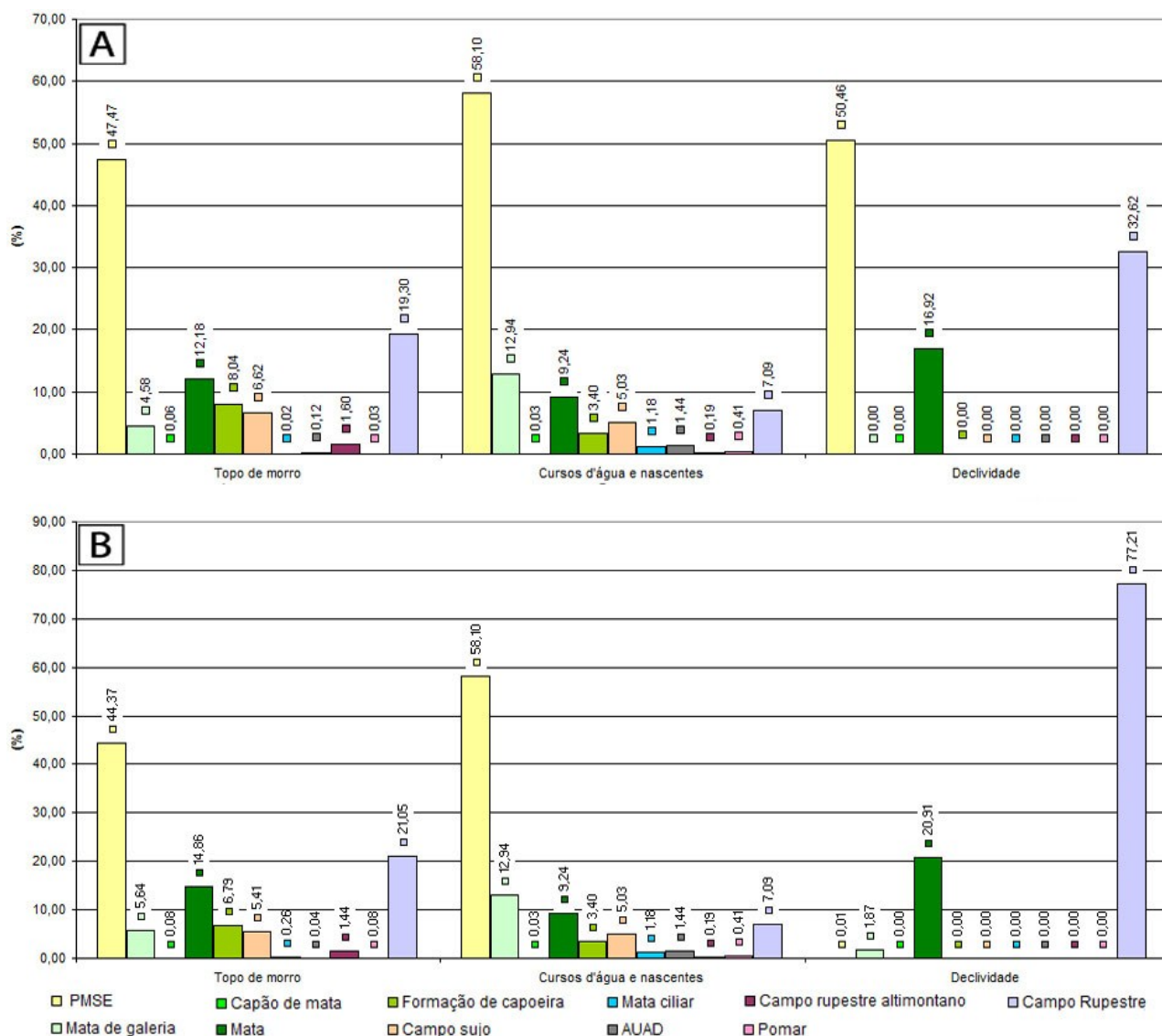


Figura 8 – porcentagem de classes de uso do solo em relação a cada tipo de APP. O gráfico A representa o MapAPP1 e o gráfico B representa o MapAPP2. Os significados das siglas da legenda são: PMSE (pastagem monocultura e solo exposto) e AUAD (área urbana ou com adensamento demográfico).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A diferença entre extensão das APPs de topo de morro deveu-se, principalmente, devido à perda de várias linhas de cumeada no segundo mapa, quando comparadas com o primeiro, deixando muitos desses topos isolados.

Onde o relevo é mais movimento, a imagem SRTM apresentou um gradiente altimétrico mais abrupto privilegiando as classe de APP de declividade nesses locais. Já onde o relevo é menos movimento há um indicio que as curvas

equidistantes em 20m tenham gerado declividades mais acentuadas. Sugere-se que se faça um estudo comparando as declividades geradas por estas duas bases afim de verificar se este é um padrão que se repete em toda a área de estudo ou se é algo pontual gerado por um possível erro na base disponibilizada pelo Geominas ou por outro motivo.

Notou-se que o relevo foi determinante nas classes uso e ocupação do solo, de modo que onde o relevo é mais acidentado os fragmentos de vegetação são maiores e mais bem

preservados e onde o relevo é mais plano os fragmentos são menores, mais esparsos e menos preservados, perdendo espaço para as áreas de preservação.

Sugere-se também que mais estudos deste tipo sejam realizados comparando os resultados de delimitações de APPs utilizando bases em três ou mais escalas distintas. Desta forma acredita-se ser possível verificar se há uma escala ideal para mapeamentos de APPs, pois se for verificado que, entre os mapas feitos a partir uma base com escala mais detalhada e menos detalhada, não apresentarem grandes diferenças poderá ser utilizada a base de menos detalhe, uma vez que essa é normalmente de acesso mais fácil.

De toda forma, no caso de Moeda, verificou-se que, independente da escala tomada como base, a preservação das APP's não vem sendo respeitada no município já que, em ambos os mapeamentos, o uso inadequado foi maior que 50% das áreas que deveriam ser destinadas a preservação. Apenas delimitar as APPs não é suficiente para que estas áreas cumpram sua função ecológica. Medidas como incentivo a investimentos em educação ambiental e a implementação de um sistema de fiscalização eficaz são necessárias para que estas áreas sejam, de fato, preservadas. Cabe ressaltar que esse não é um cenário exclusivo de Moeda, mas da maioria dos Municípios mineiros, que são obrigados por lei a criarem as APPs, entretanto não tem condições de intensificarem as fiscalizações.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, ANDRÉ QUINTÃO de; BERGER, BRUNO. Comparação de Áreas de Preservação Permanente demarcadas a partir de diferentes escalas topográficas. In: MORAIS, Adréia Castro de; SANTOS, Alexandre Rosa dos. **Geomática e análise ambiental: aplicações e práticas**. Vitória: Edufes, 2007. Cap 1, p.19-39.

ASPIAZÚ, CELESTINO; BRITES, R. S. **Sistemas de informações geográficas: Conteúdo e importância**, Viçosa: UFV/SIF. 29 p. 1989 (Boletim técnico, 2).

Brasil. **Legislação Florestal Federal - Código Florestal**, Lei Nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965 (com as alterações introduzidas pela Lei 7.803, de 18 de Julho de 1989). **Diário oficial da união**, Brasília, 16 set. 1965. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm> Acesso em 15 de abril de 2012.

BRASIL. Lei Nº 10.257, de 10 de Julho de 2001. Estatuto da Cidade. **Diário oficial da união**, Brasília, 11 jul. 2011. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm> Acesso em 15 de abril de 2012.

BRASIL. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário oficial da união**, Brasília, 26 mai. 2012. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm#art83> Acesso em 17 de agosto de 2012.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 303 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário oficial da união**, Brasília, 21 mar. 2002. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>> Acesso em 15 de abril de 2012.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 302 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. **Diário oficial da união**, Brasília, 20 mar. 2002. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30202.html>> Acesso em 15 de abril de 2012.

BRASIL. Resolução CONAMA N° 369 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Áreas de Preservação Permanente. **Diário oficial da união**, Brasília, 21 mar. 2002. Disponível em:

<<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?iDNorma=5486>>. Acesso em 15 de abril de 2012.

COTA, MAISA DE ALMEIDA. **Áreas de preservação permanente (APPs) – as resoluções CONAMA e o papel das técnicas de geoprocessamento na delimitação das classes de preservação**. 2008. 124 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Mapa Geológico de Minas Gerais. Belo Horizonte: CPRM/COMIG, 2003. Escala 1:1.000.000. Meio Digital.

FELGUEIRAS, C. A. **Desenvolvimento de um sistema de modelagem digital de terreno para microcomputadores**. São José dos Campos: INPE, 1987. 243 p. Dissertação (Mestrado) – Sensoriamento remoto, Instituto de Pesquisas Espaciais, 1987.

FISCHER, 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.

FLORENZANO, TERESA GALLOTTI. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. 1. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318 p.

HOTT, Marcos Cicarini; GUIMARÃES, Marcelo; MIRANDA, Evaristo Eduardo. **Um método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo**. Goiânia: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005.

IBGE⁽¹⁾. Mapa de Vegetação do Brasil. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Ministério da Agricultura, 1993. Escala 1:5.500.000.

IBGE⁽²⁾. Dados básicos do município de Moeda. Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=314230>>. Acesso em: 17 fev 2012.

IBGE⁽³⁾. Histórico. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/historicos_cidades/historico_conteudo.php?codmun=314230>. Acesso em 15 abr 2012.

MINAS GERAIS. Lei N° 14.309 de 19 de junho de 2002. Dispõe sobre as políticas Florestais e de Proteção à Biodiversidade no Estado. **Diário Do Executivo – “Minas Gerais”**, Belo Horizonte, 20 jun. 2002. Disponível em:

<<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?iDNorma=5306>>. > Acesso em 15 de abril de 2012.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevô**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em:

<<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 02 fevereiro 2012.

SANTOS, Alexandre Rosa dos; PELUZIO, Telma Machado de Oliveira; FIEDLER, Nilton Cezar; COELHO, André Luiz Nascentes; EUGENIO, Fernando Coelho; LOUZADA, Franciane Lousada Rubini de Oliveira; SAITO, Nathália Suemi; FERRARI, Jéferson Luiz; JUNIOR, Pedro Quarto; BATISTA, Ringo Souza. **Mapeamento de áreas de preservação permanente no arcgis 9.3**. 1. ed. Alegre: Mundo da Geomática, 2010. 58 p.