



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

DALTON FREITAS DO VALLE

**AVALIAÇÃO DAS LIMITAÇÕES TÉCNICAS E CUSTOS ASSOCIADOS DA
DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM
PROPRIEDADES RURAIS DO MÉDIO VALE DO PARAÍBA**

Prof.º Dr.º MÁRCIO ROCHA FRANCELINO
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO - 2012



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

DALTON FREITAS DO VALLE

**AVALIAÇÃO DAS LIMITAÇÕES TÉCNICAS E CUSTOS ASSOCIADOS DA
DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM
PROPRIEDADES RURAIS DO MÉDIO VALE DO PARAÍBA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, pelo Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof.º Dr.º MÁRCIO ROCHA FRANCELINO

Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO - 2012

**AVALIAÇÃO DAS LIMITAÇÕES TÉCNICAS E CUSTOS ASSOCIADOS DA
DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM
PROPRIEDADES RURAIS DO MÉDIO VALE DO PARAÍBA**

Comissão examinadora:

Monografia aprovada em 13 de novembro de 2012.

MÁRCIO ROCHA FRANCELINO
UFRRJ / IF / DS
Orientador

JOSÉ DE ARIMATEA SILVA
UFRRJ / IF / DS
Membro

HUGO BARBOSA AMORIM
UFRRJ / IF / DS
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à toda minha família, em especial a meu pai Jaime (*In memoriam*), minha mãe Jô, meu irmão Mário e ao meu grande mestre e avô Zé Baixinho, ANAUÊ!

AGRADECIMENTOS

Agradeço à toda minha família por ter me dado educação, suporte, carinho, amor, confiança e apoio em todos os caminhos que resolvi seguir na vida.

À minha “Pãe” guerreira e sábia, por tudo que têm feito por nossa família. Obrigado Mãe, você é demais!

Ao meu irmão Mário, pelos momentos musicais, pelas gaitas, pelo tambaqui de banda, pelas risadas, pela criatividade e pela minha sobrinha linda Raquel e cunhada Elizangela. Valeu Mário, Ohm-ohm-hm m!

Ao meu tio, camarada, padrinho e fonte de inspiração profissional e de vida Joberto Veloso, pelos conselhos, dicas e orientações. Tio, obrigado, e a floresta nos espera!

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por ser tão única e especial, por ter me recebido, acolhido em seus alojamentos, me transformado e marcado a minha história.

À minha família ruralina, que vou sentir muita, mas muita saudade mesmo!

Aos grandes amigos Tomaz Lanza, Joaquim de Oliveira, Vinicius Cysneiros, Raoni Lustoza, Thiago Ferreira, Gabriel Rodrigues, Leonardo Britto, Leandro Luís, Guto, Pablo Figueiredo, Igor Conde, e muitos outros pelas valiosas conversas florestais, musicais e universais que muito me acrescentaram e que vou sentir muita falta.

Às grandes amigas Polyana Mendes, Gabriela Teixeira, Raquel Justo, Julia Linhares, Isabela Queiroz, e toda a família F4-103, do passado, presente, futuro e agregadas. Meninas vocês são demais!

À linda amiga, companheira de aventuras e de vida, Luiza Figueira por ter aparecido na minha vida e pelo carinho e amor que me fortaleceram nesse fim de curso e que levarei por um longo caminho. Obrigado florzuda!

À banda Caroço-de-Manga pelos inigualáveis momentos de loucura musical.

À turma 2006-II, em especial aos floresteiros Elder Francis, Hebert Pereira, Irving Abreu, Gabriel, Doris Rakel, Sharitta Amado, Daniela Bossoes, João Bosco.... Valeu galera!

À todos os professores, em especial os que compõem o curso de Engenharia Florestal da UFRRJ. Vocês muito me acrescentaram nessa jornada, com seus ensinamentos, experiências, práticas, aprovações e reprovações. Muito obrigado professores!

Ao meu orientador Márcio Rocha Francelino, pelos “geoensinamentos” e pela orientação pelos preciosos ensinamentos. Valeu Márcio!

Ao Instituto de Florestas, por ser um lugar tão agradável, repleto de vida, conhecimento, amizade e oportunidades.

Ao laboratório GEOFLORA e toda sua equipe pelo conhecimento e apoio.

RESUMO

A necessidade eminente de preservação dos recursos florestais frente à considerável expansão das fronteiras do desenvolvimento fez com que a legislação ambiental determinasse áreas prioritárias para conservação, porém identificá-las e demarcá-las corretamente na prática, envolve questões que vão além da esfera legal. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica e custos associados da delimitação e implantação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) em propriedades do médio vale do rio Paraíba do Sul no Estado do Rio de Janeiro. Foram utilizadas cartas topográfica em duas escalas: 1:50.000 e 1:5.000, além de imagens de satélite e fotos aéreas ortorretificadas. Foram estudadas duas propriedades, sendo uma com 41,7ha (P1) e outra com 701,13ha (P2). Após a demarcação e quantificação, as APPs obtidas em cada escala foram comparadas. As áreas com declividade superior a 45 graus foram as que sofreram as maiores perdas no seu tamanho. As áreas de topos de morro e linhas de cumeada foram as que apresentaram menor diferença de tamanho, com apenas 13% na P2. Outro valor expressivo foi a diferença de 88% entre as áreas no entorno de nascentes. Também ocorreu uma diferença de 8% na P1 e 59% na P2 para as APPs de margem de rios. Foram delimitados um total de 20,71ha na P1 e 312,90 ha na P2 utilizando a base 1:50.000, enquanto que com a base 1:5.000 foram demarcados 25,75 ha na P1 e 497,52 ha na P2 resultando numa diferença de 20% e 37% respectivamente demonstrando que a área maior sofreu mais influência da incompatibilidade de escalas. A base de 1:5.000 se mostrou mais eficiente quanto a modelagem do relevo para delimitação das APPs, porém seu alto custo aliado ao fato de que uma delimitação correta implica em uma maior perda de área totalmente manejável faz com que a base 1:50.000 seja a mais utilizada mesmo não representando a real condição do relevo.

Palavras chave: Áreas de Preservação Permanente; SIG; Escala.

ABSTRACT

The need for conservation of forest resources against the considerable expansion of the frontiers of development, created laws that determine priority areas for conservation, but identify them and demarcate them correctly in practice involves issues that go beyond the legal sphere. This study aimed to evaluate the technical and economic viability of defining and implementing of the permanent preservation areas (APPs) in farms located in the Paraíba do Sul basin, in the state of Rio de Janeiro. Were used topographic maps at two scales: 1:50.000 and 1:5.000, plus satellite images and aerial photographs orthorectified. We studied two properties: a 41.7 ha (P1) and other with 701.13 ha (P2). After the demarcation and quantification, the APPS obtained on each scale were compared. The areas with slopes greater than 45° were the ones that suffered the greatest losses in its size. The areas of hilltops and ridge lines showed the smallest difference in size, with only 13% in P2. Another significant value was the difference between the surrounding spring's areas. There was also a difference of 8% in P1 and 59% in P2 for APPs Margin Rivers. There were a total of 20.71 ha delimited at P1 and 312.90 ha at P2 ha using a database 1:50,000, while with the base 1:5.000 were demarcated in P1 25.75 ha and 497.52 ha at P2 resulting in a difference in 20% and 37% respectively showing the larger area suffered more mismatch influence of scales. The basis of 1:5,000 was more efficient as the modeling of relief for delimitation of APPs, but its high cost coupled with the fact that a delimitation: the right implies a greater loss of area totally manageable causes the base 1: 50,000 to be used even more do not represent the actual condition of relief.

Keywords: Permanent Preservation Areas; GIS; Scale.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Histórico das Áreas de Preservação Permanente	2
2.2 A Importância das Áreas de Preservação Permanentes	3
2.3 Dificuldades Para Delimitação das APPs.....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3.1 Região de Estudo – Médio Vale do Paraíba.....	6
3.2 Propriedade 1 (P1)	7
3.3 Propriedade 2 (P2)	8
3.4 Material.....	9
3.4.1 Base de dados vetoriais	9
3.4.2 Base raster.....	9
3.5 Métodos	9
3.5.1 Tratamento dos dados.....	9
3.5.2 Geração do modelo digital de elevação hidrológicamente consistente (MDEHC)	9
3.5.3 Delimitação das APPs	10
3.5.4 Mensuração e comparação das bases de dados.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
4.1 APPs de Margem de Rios.....	11
4.2 APPs no Entorno de Nascentes.....	14
4.3 APPs de Encostas.....	16
4.4 APPs de Topo de Morros e Linhas de Cumeada	20
4.5 Implementação das APPs X Viabilidade Técnica e Econômica.....	23
5. CONCLUSÕES	26
6. REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Propriedade 1 (P1) , localizada no município de Paraíba do Sul – RJ.....	7
Figura 2: Propriedade 2 (P2), localizada no município de Barra Mansa - RJ.....	8
Figura 3: Delimitação na P1 das APPs de margem de rios , baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).....	13
Figura 4: Delimitação na P2 das APPs de margem de rios na, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).....	13
Figura 5: Delimitação na P1 das APPs de Nascentes, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).....	15
Figura 6: Delimitação na P2 das APPs de Nascentes, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).....	15
Figura 7: Delimitação na P1 das APPs de Encostas, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).....	17
Figura 8: Delimitação na P2 das APPs de Encostas, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).....	17
Figura 9: Classificação do relevo segundo Embrapa (1999) da P1, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).....	19
Figura 10: Classificação do relevo segundo Embrapa (1999) da P2, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).....	19
Figura 11: Delimitação na P1 das APPs de Topo de Morros, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).....	22
Figura 12: Delimitação na P2 das APPs de Topo de Morros baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).....	22
Figura 13: Área total das APPs da P1, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).....	24
Figura 14: Área total das APPs da P1, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Áreas de APPs de margem de rios.....	11
Tabela 2: Áreas de APPs de Nascentes.....	14
Tabela 3: Áreas de APPs de encostas.....	16
Tabela 4: APPs de Topo de Morros e Linhas de Cumeada.....	20
Tabela 5: Área de APPs.....	23
Tabela 6: Escalas exigidas em documentos para averbação de reserva legal.....	26

1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais são os ecossistemas que detêm a maior diversidade dentre os demais tipos de florestas (JOÃO *et al.*, 1998). O uso racional dessas florestas está inteiramente relacionado à qualidade de vida das populações, pois proporcionam bens e serviços essenciais para a manutenção do bem-estar e para o desenvolvimento econômico e social das mesmas. Por outro lado, as consequências do desmatamento nas regiões tropicais são graves, resultando na perda da biodiversidade, diminuição do potencial genético, erosão dos solos, perturbações climáticas, entre outros impactos (PUIG, 2008).

Tais fatos evidenciam a necessidade de se manter uma porcentagem ideal dessas formações preservadas, principalmente nos locais considerados *hotspots* como a Mata Atlântica. Esse bioma além de englobar um diversificado mosaico de ecossistemas florestais com alto índice de endemismo (SWAINE & WHITMORE, 1988), ainda abriga em seus domínios mananciais fluviais que são a garantia de abastecimento de água potável para mais de 100 milhões de pessoas ou aproximadamente 60% da população brasileira o que faz com que a sua proteção e recuperação sejam consideradas prioridades para o governo brasileiro (BRASIL, 1999).

Para tanto a legislação ambiental têm avançado muito nas últimas décadas, desenvolvendo ferramentas jurídicas como as Áreas de Preservação Permanente (APPs), espaços territoriais especialmente protegidos, de relevante interesse ambiental e que integram o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2002 a). No entanto, tais diretrizes, apesar de bem definidas, não obtiveram pleno êxito na sua implementação (RIBEIRO *et al.*, 2005) resultando em conflitos de uso e ocupação nas áreas de preservação permanente gerados pela pressão antrópica (VESTENA & THOMAZ, 2006). A não identificação dessas áreas corretamente pode acarretar na sua degradação em caráter irreversível, assim como os recursos que abrigam, podendo ser de difícil renovação ou recomposição (SAMPAIO, 2004).

Atualmente o Sensoriamento Remoto (SR) e o Sistema de Informações Geográficas (SIG), por facilitarem a integração e espacialização dos dados, o que possibilita a visualização dos resultados na forma de mapas, têm feito da geotecnologia o método disponível mais eficiente para a identificação e delimitação dessas áreas, principalmente pela agilidade e ganho de tempo (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Por não haver uma demarcação oficial das áreas de preservação permanente, o que poderia vetar, em seu nascedouro, o licenciamento ambiental indevido (RIBEIRO *et al.*, 2005), a fidelidade do mapeamento dessas áreas fica de acordo com a capacidade técnica dos profissionais habilitados e da qualidade da base de dados utilizada.

O alto custo e o baixo retorno econômico inicial da implementação das áreas de preservação permanente para os proprietários de terras (BORGES *et al.*, 2011) fazem com que o processo seja realizado com o mínimo de despesas possíveis, levando os profissionais a utilizar fontes de dados gratuitas e de diferentes escalas para a delimitação dessas áreas o que pode levar a distorções (QUINTERO *et al.*, 2008). As bases cartográficas mais comuns e disponíveis gratuitamente às instituições e ao público em geral são as bases vetoriais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (CARVALHO, 2008).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar as limitações técnicas e os custos associados da delimitação das APPs em propriedades rurais do médio vale do rio Paraíba do Sul, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação ambiental.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico das Áreas de Preservação Permanente

Desde sua colonização, até os tempos atuais o Brasil teve seus recursos naturais explorados intensamente e de forma predatória. À medida que as fronteiras do desenvolvimento avançaram, levando agricultura, pecuária e mineração território adentro, grandes extensões de florestas foram suprimidas afetando principalmente os recursos hídricos e a qualidade dos solos. O declínio da produtividade agrícola, aliado a uma visão distorcida da abundância dos recursos naturais, ainda força, continuamente, a conversão de mais e mais terras para a agricultura, deixando um rastro de áreas degradadas (RIBEIRO *et al.*, 2005).

As áreas desmatadas e degradadas na região sudeste pelos antigos cafezais e pela pecuária extensiva foram se espalhando pela paisagem e se tornando cada vez mais expressivas assim como os problemas socioambientais decorrentes dessa situação. No entanto, segundo Attanasio *et al.* (2006), o aumento da consciência na população da sua dependência do meio ambiente e importância dos recursos naturais para qualidade de vida, levaram nas últimas décadas a revisão, criação e ampliação de uma legislação disciplinadora do uso dos recursos naturais.

Em meados do século XX deu-se início então à uma nova visão dos recursos naturais, pautada pela racionalização do uso e preservação dos recursos naturais ainda disponíveis, dentre eles as florestas. De acordo com Sampaio (2004), durante o Governo Provisório de Getúlio Vargas foi aprovado o Código Florestal através do Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Nessa época a expressão “Área de Preservação Permanente” ainda não era utilizada para a proteção das florestas através de regime de proibição de uso ou do uso excepcional, sendo as florestas assim como as demais formas de vegetação que recobrissem o solo, classificadas em protetoras, remanescentes, modelo e de rendimento, conforme o art. 3º do mesmo código. Dentre essas categorias, as florestas classificadas como protetoras e remanescentes eram consideradas de “conservação perene” sendo áreas de exploração limitada de acordo com as atividades previstas pelo então Ministério da Agricultura, salvo as áreas que formassem parque (de qualquer esfera). As florestas particulares de conservação perene eram inalienáveis. (SAMPAIO, 2004).

Em 15 de setembro de 1965 foi sancionada a lei de Nº 4.771 que instituiu o Novo Código Florestal, onde o termo “Área de Preservação Permanente” - APPs, foi definido posteriormente pela Medida Provisória (MP) 2.166-67 de 2001 (BRASIL, 2001). As APPs previstas nos Arts 2º e 3º desta lei foram definidas como “áreas cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas” (BRASIL, 1965). Neste documento foram incluídas ainda limitações sobre as propriedades privadas, estipulando as áreas APPs e Reserva Legal de cada propriedade que sendo estas delimitadas, averbadas e preservadas, fato inédito, pois até então

havia pouca ou nenhuma norma que tutelava os recursos ambientais nas propriedades rurais (BORGES *et al.*,2011).

Para que essas normas pudessem ser executadas nas mais diversas localidades e situações do país, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) definiu diretrizes e padrões ambientais para auxiliar nas delimitações das APPs, publicando em março de 2002 duas resoluções para regulamentação das APPs: a Res. 302, que definiu as áreas de preservação situadas no entorno de reservatórios artificiais de água, e a Res. 303, que regulamentou parâmetros, definições e limites das APPs. Em ambas as resoluções foram instituídas áreas marginais de formações não previstas no código florestal como o entorno de reservatórios artificiais, lagos e lagoas naturais, veredas, e de alguns outros elementos geomorfológicos, nessas partes onde foram ultrapassados os limites indicados em lei tais resoluções não têm força obrigatória (MACHADO, 2004).

2.2 A Importância das Áreas de Preservação Permanentes

O papel das APPs é fundamental para evitar que o desenvolvimento das áreas urbanas e rurais coloque em risco não somente os recursos naturais e a biodiversidade, mas também a segurança de todos. Para esse fim o poder público poderá declarar como área de preservação permanente qualquer área que tenha a função de fixar as dunas, formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias, auxiliar a defesa do território nacional a critério das autoridades militares, proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico, asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção, manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas e assegurar as condições de bem-estar público (BRASIL, 1965).

De acordo com Machado (2004) a classificação do uso da terra como “Área de Preservação Permanente” tem sua razão, pois é um espaço onde a floresta ou a vegetação devem estar presentes. A vegetação, nativa ou não, e a própria área, não são objeto de preservações apenas por si mesmas, mas pelas funções sociais, culturais e ambientais que desempenham, colocando as APPs não como um favor da lei, mas como um ato de inteligência social.

A maneira de como as regras de delimitação das APPs as distribuem na paisagem, também garante que elas cumpram função de corredores de habitats no território (CALDAS, 2006). Em um estudo recente, Ribeiro *et al.* (2010) analisaram o arranjo espacial e o nível de proteção auferido pelas áreas de preservação permanente. Para tanto, delimitou de forma automatizada, através de ferramentas de geoprocessamento e de acordo com os parâmetros exigidos pelo Código Florestal (Lei 4.771/1965), as APPs de três bacias hidrográficas estrategicamente selecionadas que abrangem os biomas Amazônico, Pantanal e um ecótono entre Mata Atlântica e Cerrado situadas nos estados do Pará, Mato Grosso e Minas Gerais respectivamente. Concluindo-se que as áreas de proteção ambiental estão estrategicamente distribuídas ao longo da paisagem, independentemente da região do Brasil estudada, pois formam regiões de interseção (corredores ecológicos) que são altamente desejáveis sob o ponto de vista da conservação como as interseções entre as zonas de proteção ripária e a linha de proteção formada ao longo dos divisores d’água.

2.3 Dificuldades Para Delimitação das APPs

Inúmeras atribuições como a grande contribuição na manutenção dos ciclos hidrológicos e na conservação da biodiversidade, tornam evidente a importância da demarcação e preservação das APPs, porém muitas limitações, decorrentes de questões que abrangem diversas esferas, dificultam o processo efetivo de delimitação das áreas de proteção.

Apesar de o código florestal estar em vigor desde 1965, amparando as APPs, sabe-se que o desrespeito à legislação é generalizado em todo o país, e devido à seriedade desta questão, torna-se necessário o conhecimento de todos os possíveis obstáculos à implementação das áreas de preservação permanente (JACOVINE *et al.* 2008).

Para Mattos *et al.* (2007), o não cumprimento da lei pode ter razões socioculturais advindas da idéia popular de que as áreas com floresta nativa são improdutivas e sem valor, induzindo a conclusão de que qualquer outra atividade ofereça maior rentabilidade, agravando o risco do avanço contínuo da fronteira agrícola enquanto a floresta não for atraente econômica e socialmente para os diferentes agentes do meio rural. No entanto essa mentalidade pode ser modificada através da implementação de políticas públicas que busquem oferecer incentivos e benefícios para os proprietários que realizarem sua correta regularização fundiária perante a legislação ambiental.

Economicamente a delimitação correta das APPs pode acarretar em elevados custos, tanto na contratação de técnicos para realizar a regularização, quanto na sua restauração se necessária. As áreas de preservação somadas à reserva legal ocupam uma significativa porção da propriedade, que no caso das existentes no vale médio do rio Paraíba do Sul, é comum ultrapassar os 50% da área total¹. Esse fato associado ao de que as APPs de matas ciliares ocupam muitas vezes a parte mais produtiva do terreno, tornam-se forte barreira ao cumprimento da legislação, principalmente em regiões caracterizadas por relevo montanhoso e com marcante presença de nascentes e cursos d'água (JACOVINE *et al.* 2008).

Além dos obstáculos socioculturais e econômicos que envolvem a implementação das APPs, existe também as limitações específicas relacionadas à tecnologia disponível para efetuar a delimitação. A falta de informações exatas sobre a localização e limite das áreas de preservação permanente afeta negativamente tanto o aspecto ambiental de proteção dos recursos por deixar de demarcar certas áreas, quanto o desenvolvimento, delimitando erroneamente áreas de potencial produtivo como APP impedindo o licenciamento de atividades que poderiam ser legalmente realizadas (RIBEIRO *et al.* 2010).

Atualmente com o advento do Sensoriamento Remoto (SR) Sistemas de Informações Geográficas (SIG), tais atividades foram facilitadas, pois essas técnicas utilizam dados georreferenciados, ou seja, dados com o registro da localização exata na superfície da terra e

que podem ser manipulados em grande quantidade de maneira prática. Tais ferramentas têm sido largamente utilizadas para o monitoramento dos recursos naturais, podendo processar informações rapidamente gerando mapas temáticos da superfície terrestre (SOARES *et al.*, 2011).

¹ Comunicação pessoal do professor Marcio Rocha Francelino, obtida após avaliação de mais de 15 processos de averbação de reserva legal na região de Vassouras, Miguel Pereira e Paraíba do Sul no estado do Rio de Janeiro.

Contudo, apesar da gama de informações e do alto grau de precisão atingidos por essas técnicas, uma série de barreiras ainda as limitam. Alguns exemplos disso podem ser correlacionados com a legislação que estipula os limites das APPs de matas ciliares, que variam de acordo com a largura dos cursos d'água, pois como as bases gratuitas disponíveis representam, em função da escala, os rios apenas como uma linha, as áreas de APP acabam sendo subestimadas ou superestimadas, pois há uma generalização da faixa de proteção como se a largura do rio fosse a mesma em todo o trajeto mapeado. Outro obstáculo refere-se a aquisição de informações espaciais, pois há uma incompatibilidade de sobreposição de bases cartográficas construídas em diferentes escalas, o que acontece com frequência. (CARVALHO *et al.* 2008).

De acordo com Menezes & Neto (1999), os sistemas de informações geográficas devido à amplitude de aspectos ambientais que podem abordar, necessitam incorporar à sua base de dados documentos em diferentes escalas e resoluções integradamente, como mapas e imagens, às vezes bastante diversas uma das outras. A observação de fenômenos sob diferentes escalas pode causar significativas alterações na sua interpretação, pois dentro do contexto espacial, ela é considerada fator determinante para a delimitação de espaço físico, grau de detalhamento de uma representação ou identificação de feições geográficas.

Em um trabalho sobre a influência da escala utilizada na geração do Modelo Digital de Elevação (MDE) sobre a determinação de classes de declividade, Quintero et al. (2008) obtiveram modelos gerados em três escalas diferentes: 1:5.000, 1:50.000 e 1:100.000 e os comparou com valores de declividade obtidos a partir de levantamento realizado campo utilizando um GPS diferencial. A escala 1:5.000 foi a única que detectou áreas com declividades superiores a 45° (APPs de encostas) enquanto nas outras não foi possível detectar tais áreas. Com esses resultados os autores demonstraram que para representar adequadamente a variação de declividade é preciso utilizar fontes de alta resolução espacial, pois as de escalas muito generalizadas podem facilmente subestimar os valores reais apesar da facilidade de se obter as mesmas.

A reunião de informações para subsidiar uma base de dados sólida também pode demandar custos elevados, como é o caso da aquisição de imagens de satélite de alta resolução que são necessárias para uma interpretação visual adequada de alguns atributos da paisagem, o que não é possível com imagens de baixa resolução que estão disponíveis gratuitamente que podem gerar erros de identificação e mapeamento. Nesse contexto, CARVALHO *et al.* (2008) avaliaram o cruzamento da base vetorial de hidrografia do IBGE na escala 1:50.000 com a imagem IKONOS com resolução espacial de 1m e observaram que havia um erro médio de 72 m entre as bases, o que inviabilizaria a demarcação real das APPs.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A região de estudo foi escolhida por apresentar relevo fortemente movimentado e elevada densidade hidrográfica. Está totalmente inserida na unidade geomorfológica denominada de Mares de Morros. Tais fatores fazem com que a demarcação das APPs seja expressiva nas propriedades rurais dessa região, pois boa parte dos elementos da paisagem se encaixa nas categorias de área de preservação. Para a escolha das propriedades o principal critério utilizado foi a disponibilidade de dados resultantes de levantamento topográfico na escala 1:5.000, que são realizados a custos elevados. Os dados já estavam disponíveis para trabalho no Laboratório de Geotecnologias Aplicadas aos Recursos Ambientais – Geoflora, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, que apoiou esta pesquisa.

3.1 Região de Estudo – Médio Vale do Paraíba

As propriedades estudadas situam-se no médio vale do rio Paraíba do Sul, trecho que detém os melhores percentuais de cobertura florestal e de extensão de florestas de toda a bacia, porém ainda é possível observar os sinais de degradação nas zonas urbanas e rurais decorrentes dos diversos ciclos econômicos e da falta de preservação e conservação do solo (CEIVAP, 2012).

Essa região se encontra nos domínios da Mata Atlântica, na formação Floresta Estacional Semidecidual Submontana (VELOSO, 1991). A vegetação natural remanescente ocupa cerca de 20% ou 292.879 ha da área total da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (COMITEPS, 2012);

O clima na região é Subquente úmido com médias de temperatura entre 15° e 18°C em pelo menos um mês e com secas de três meses (IBGE, 2002). Segundo a classificação de Köppen o clima é Cfa, ou seja, Subtropical, mesotérmico e úmido tanto no verão quanto no inverno. A média anual de temperatura é de 21°C, com verões chuvosos e invernos secos (COMITEPS).

3.2 Propriedade 1 (P1)

A propriedade está localizada no município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro conforme a figura 1. Abrange uma área de 41,7 ha, o que corresponde a aproximadamente 1,5 módulos fiscais que para o município foi estipulado em 28 ha cada módulo (INCRA, 1980), se encaixando na categoria de pequena propriedade segundo a Lei nº11.428, de 22 de dezembro de 2006. A principal atividade econômica realizada na propriedade é a pecuária extensiva voltada para produção de gado de leite utilizando boa parte do terreno como pasto.

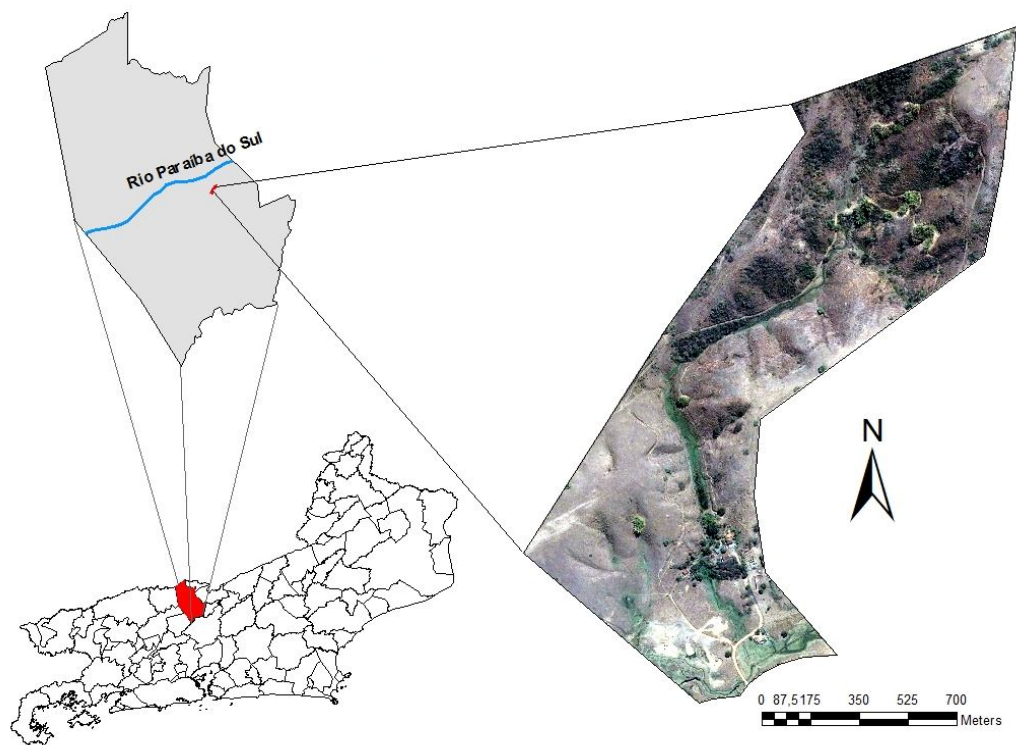


Figura 1: Propriedade 1 (P1) , localizada no município de Paraíba do Sul - RJ.

3.3 Propriedade 2 (P2)

A propriedade está localizada no município de Barra Mansa, Rio de Janeiro conforme a figura 2. Abrange uma área de 701,13 ha, o que corresponde a aproximadamente 27 módulos fiscais, que para o município foi estipulado em 26 ha cada módulo (INCRA, 1980). A principal atividade econômica realizada na propriedade é a pecuária extensiva voltada para produção de gado de leite utilizando boa parte do terreno como pasto.

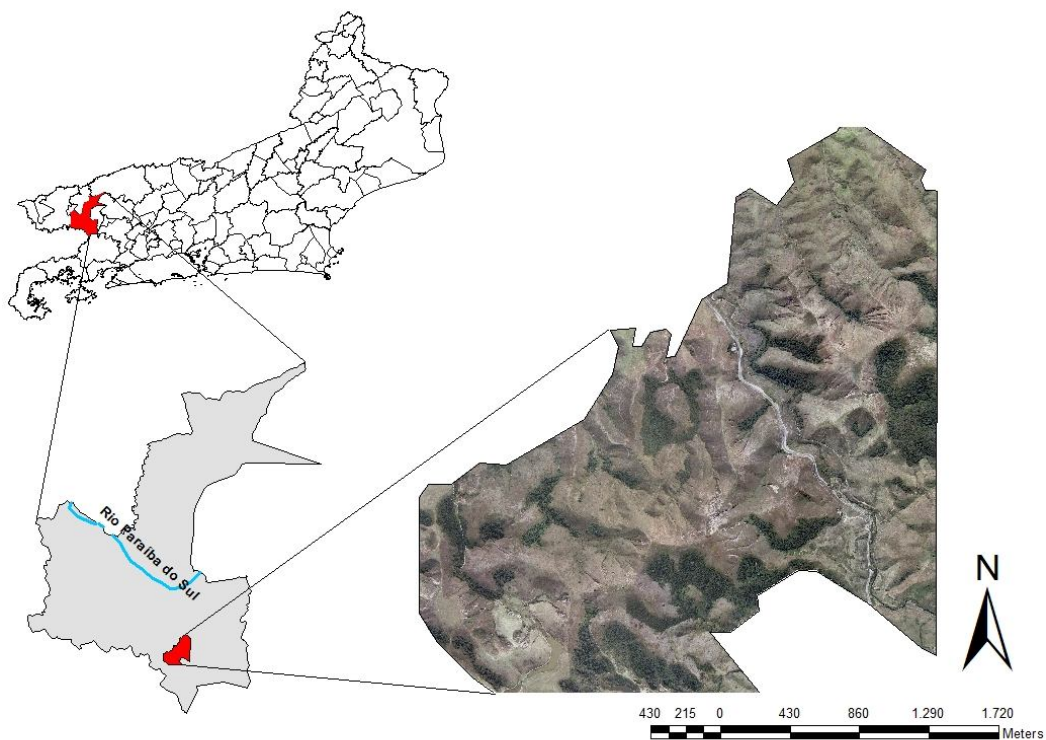


Figura 2: Propriedade 2 (P2), localizada no município de Barra Mansa - RJ.

3.4 Material

3.4.1 Base de dados vetoriais

Como base de dados gratuitos foram utilizadas cartas topográficas vetoriais de mapeamento sistemático, obtidas através do sítio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os temas utilizados foram hipsometria e hidrografia provenientes das cartas 2715-2 (Três Rios) e 2715-1 (Paraíba do Sul) para a propriedade 1, e 2743-2 (Volta Redonda) para a P2, todas na escala de 1:50.000. Como base comparativa de dados foram utilizados vetores de curvas de nível e rede hidrográfica gerados a partir de levantamentos topográficos realizados por profissionais habilitados na escala 1:5.000. Todos os arquivos foram transformados para o sistema de projeção UTM, utilizando como *Datum* South American 1969 (SAD69), zona 23S.

3.4.2 Base raster

Para a P1 foi utilizado uma imagem proveniente do satélite Quickbird, de resolução espacial de 0,60m e radiométrica de 16 Bits. Para a P2 foi utilizado mosaico de fotos aéreas ortorretificadas com resolução espacial de 2m e radiométrica de 16 Bits.

3.5 Métodos

Para o tratamento e processamento dos dados foi utilizado o software ArcGIS 10 com suas extensões, pertencente ao laboratório Geoflora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

3.5.1 Tratamento dos dados

Através da extensão ArcMap 10 as cartas vetoriais de hidrografia e hipsometria provenientes do IBGE tiveram seus dados originais no formato DGN transformados para *shapefile*, em seguida foram projetados para o sistema UTM *South American Datum 1969*, e tiveram sua unidade de medida modificadas para metro. Para a fazenda P1 foi necessário a união de duas cartas, que foram associadas através da ferramenta *Union*. Os dados vetoriais provenientes dos temas de hidrografia e hipsometria foram recortados tendo como parâmetro os polígonos de limites das propriedades. As curvas de nível do IBGE foram cotadas de 20 em 20m utilizando o *ArcInfo Workstation* tendo como base os dados de elevação das curvas mestras de cada carta, enquanto que as curvas de nível do levantamento particular foram cotadas de 5 em 5m para a P2 e de 2 em 2m para a propriedade 1.

3.5.2 Geração do modelo digital de elevação hidrológicamente consistente (MDEHC)

O MDEHC de cada área foi gerado a partir da interpolação dos *shapefiles* de curvas de níveis, utilizando o limite e a hidrografia para ajustes. Para isso foi utilizado o algoritmo topogrid contido na função *Topo to Raster*. No caso dos dados da fonte IBGE, os vetores de cada drenagem foram ajustados em relação à direção do seu fluxo e posicionamento para gerar o modelo hidrológicamente consistente. O modelo que utilizou os dados de

levantamento topográfico foi gerado com uma resolução espacial de 1m, compatível com a exatidão gráfica para a escala de 1:5.000, assim como o MDE de escala 1:50.000 obteve uma resolução espacial de 10m.

3.5.3 Delimitação das APPs

O código florestal brasileiro tem sido objeto de intensas discussões, pois diversas mudanças em sua estrutura vêm sendo propostas e algumas até mesmo implantadas, mesmo que posteriormente revogadas ou vetadas, mantendo o texto indefinido até a data de conclusão deste trabalho. Portanto, antes de tudo, é importante salientar que este estudo foi desenvolvido sob a luz da Lei N° 4.771 de 15 de setembro de 1965 e suas respectivas regras. A metodologia utilizada teve como parâmetros as resoluções CONAMA N° 302 e 303/2002.

As áreas de preservação permanente foram delimitadas de acordo com as resoluções CONAMA de n° 303/2002 que regulamenta os parâmetros, definições e limites das APPs e adota as seguintes definições para as formações encontradas nas áreas de estudo:

- nível mais alto: nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente;
- nascente ou olho d'água: local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea;
- morro: elevação do terreno com cota do topo em relação à base entre cinquenta e trezentos metros e encostas com declividade superior a trinta por cento (aproximadamente dezessete graus) na linha de maior declividade;
- base de morro ou montanha: plano horizontal definido por planície ou superfície de lençol d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota da depressão mais baixa ao seu redor;
- linha de cumeada: linha que une os pontos mais altos de uma seqüência de morros ou de montanhas, constituindo-se no divisor de águas;

A delimitação das APPs foi realizada exclusivamente com o auxílio das ferramentas de geoprocessamento.

Para delimitação das faixas marginais foi utilizada a função *Buffer* da ferramenta com uma distância corresponde a cada trecho dos cursos d'água que foram delimitados com linhas duplas, o que permite a mensuração da largura, nos casos onde os rios foram vetorizados em linhas simples (base IBGE) e sem informações sobre sua largura a distância foi generalizada para trinta metros ao longo de toda a faixa.

Em relação as nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, foi considerado o raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a parte da bacia hidrográfica contribuinte. As nascentes foram delimitadas no início de cada drenagem. Em seguida foi demarcada uma circunferência com um raio de 50m ao redor de cada ponto através da função *Buffer*.

Os topos de morro foram delimitados automaticamente utilizando a metodologia proposta por Peluzio *et al.* (2010) onde foram separados o terço superior de cada elevação acima de 50m e as linhas de cumeada agrupando os cumes distante até 500m.

Para delimitação das APPs de encosta, foram gerados mapas de declividade em graus a partir dos respectivos MDEs de cada área. Nesta fase utilizou-se a função *Slope*. Foram então separadas as áreas com declividade superior a 45° através da ferramenta Map Algebra e transformando-as em polígonos.

3.5.4 Mensuração e comparação das bases de dados.

As áreas consideradas de preservação permanente foram mensuradas e calculadas algebricamente a partir do polígono formado de cada delimitação, utilizando hectares como unidade de medida. Os resultados foram então comparados de acordo com a diferença entre as escalas utilizadas. As APPs somadas entre si foram então subtraídas das áreas totais para se estimar a conversão no uso do solo de cada propriedade e a possível diminuição de produtividade de acordo com a atividade econômica realizada em cada uma. Uma estimativa de caráter ilustrativo dos custos de uma correta delimitação das áreas de preservação permanente foi então realizada através da comparação de preços baseados em consultas a profissionais habilitados para a tarefa de acordo com os parâmetros exigidos em lei.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se diferença no tamanho das áreas entre o formato vetorial e matricial, isso se deu devido à configuração em células regulares do formato matricial, que produz um efeito “em escada” na borda dos limites, o que provoca um aumento no tamanho da área, proporcional ao tamanho da célula utilizada. Tal efeito também foi descrito por Caldas (2006).

Para que melhor fossem analisadas e visualizadas, as categorias de APPs foram delimitadas e dimensionadas inicialmente considerando todas as categorias, incluindo a porção de cada área que ficou sobreposta sobre outro tipo de APP. No geral observou-se através da comparação dos mapas gerados, diferenças significativas em relação à localização, posicionamento, tamanho e distribuição de cada tipo de APP nas propriedades como descrito a seguir.

4.1 APPs de Margem de Rios

A delimitação das APPs das margens de rios através da base 1:5.000, apontou 20,3% da P1 e 36,9% da P2, enquanto que na escala 1:50.000 foram assinalados 18,8% da P1 e 15,2% da P2. Os valores obtidos indicam que houve uma subestimação dos atributos da rede hidrográfica pela menor escala, o que refletiu na diminuição das áreas em até 59% no caso da P2 conforme tabela 1. Tal variação se deu dentre outros fatores devido à riqueza de detalhes obtida através do levantamento feito em campo, que mapeou não somente as calhas principais, mas também suas ramificações.

Tabela 1: Áreas de APPs de margens de rios.

Propriedade	Área (ha)	Comprimento rios (Km)		APPs Rios (ha)		Diferença %	% da Propriedade	
		1:50.000	1:5.000	1:50.000	1:5.000		1:50.000	1:5.000
1	41,7	1,3	1,8	7,82	8,47	8	18,8	20,3
2	701,13	17,8	48,2	106,62	258,40	59	15,2	36,9
Total	742,83	19,1	49,9	114,4	266,9	57	15,4	38,4

CARVALHO et al. (2008) expõem que os erros na delimitação dessa categoria de APP, também ocorrem devido ao fato de que as bases georreferenciadas disponíveis no IBGE apresentarem falhas de informações sobre o trajeto e a largura dos rios. Sendo a largura o parâmetro fundamental para estipular o tamanho da faixa marginal a ser preservada ao longo dos rios, a falta dessa informação leva à necessidade de generalização dessa característica para todos os trechos de rio. Essa base também pode apresentar falhas nos vetores, podendo haver descontinuidades, erro na direção dos fluxos, além de diferentes níveis de detalhamento da hidrografia na mesma carta (MARQUES & SILVA, 2007).

Também houve diferenças no posicionamento e comprimento dos cursos d'água representados por cada base (Figuras 3 e 4). Segundo CARVALHO *et al.* (2008) esse deslocamento pode ser corrigido através da marcação manual dos cursos d'água baseada em imagens de satélites. Imagens Landsat podem ser obtidas gratuitamente em sites especializados, porém apresentam limitações ligadas à resolução espacial que não permitem a interpretação visual adequada da rede hidrográfica. Imagens do sistema Ikonos, apresentam maior resolução, no entanto a obtenção destas imagens pode apresentar um custo muito elevado, o que é um fator limitante. De qualquer forma, este processo está restrito aos corpos hídricos de maiores dimensões, cursos d'água de primeira ordem e nascentes podem apresentar dificuldades de visualização e conseqüente erros de identificação e mapeamento.

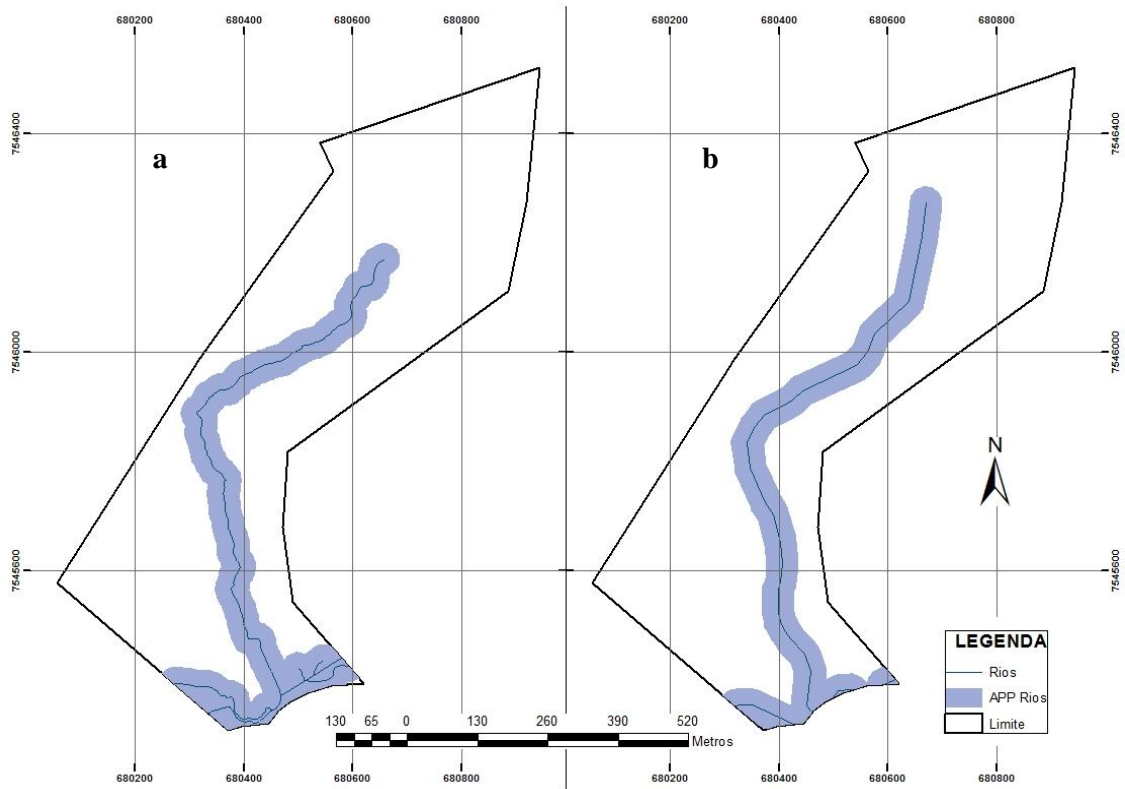


Figura 3: Delimitação na P1 das APPs de margem de rios na, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).

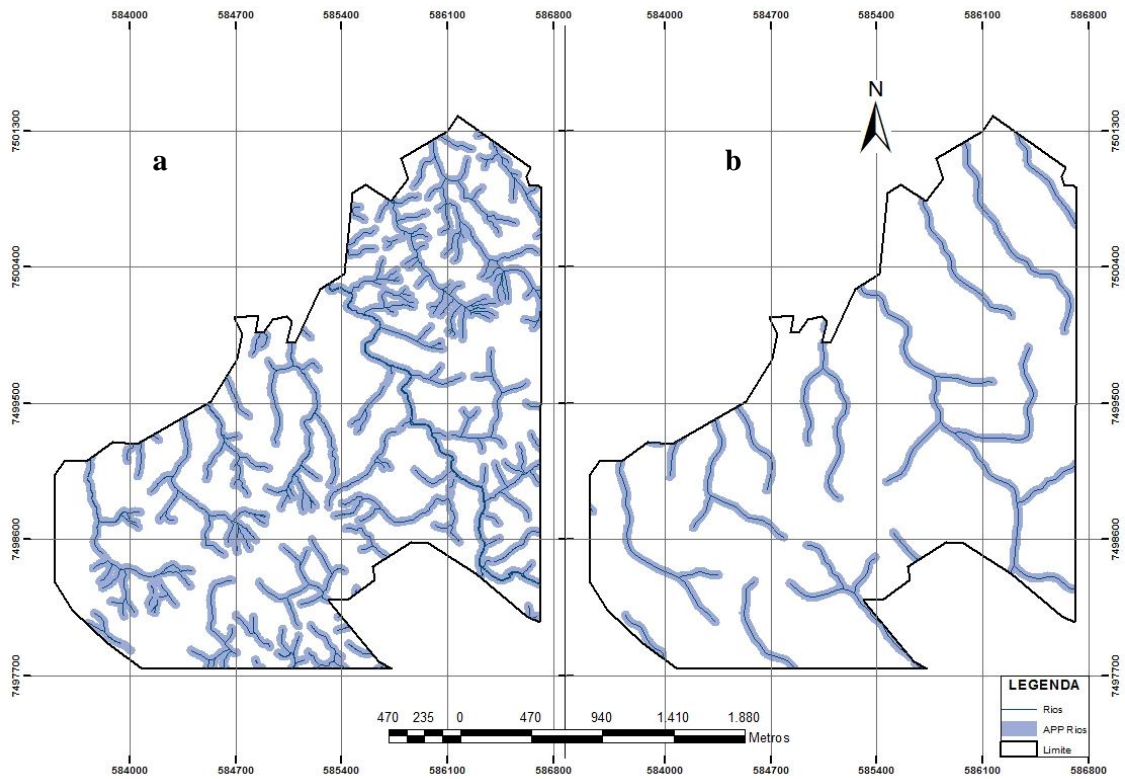


Figura 4: Delimitação na P2 das APPs de margem de rios na, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).

Devido à importância desta categoria de APP, existem alternativas de baixo custo condizentes com a realidade devem ser exploradas. Uma delas é a utilização dos dados de sensores remotos que geram modelos topográficos como o ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) com resolução espacial de 30m e o SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) com resolução de 90 m, todos disponíveis gratuitamente. No entanto, não se recomenda a utilização direta desses dados, devendo ser realizados tratamentos buscando a eliminação das depressões espúrias, o aprofundamento das calhas e a correção do deslocamento como descreveu (MARQUES & SILVA, 2007), que após o tratamento dos dados gerou um modelo digital de elevação para a extração automática de informações pixel a pixel, permitindo a extração de características morfológicas da drenagem. Entretanto, essas informações podem ou não coincidir com um corpo hídrico real.

4.2 APPs no Entorno de Nascentes

As mesmas diferenças entre as bases de dados ocorreram na delimitação das APPs do entorno das nascentes chegando a 88% na P2 (Tabela 2), pois a localização das mesmas foi obtida a partir do início de cada ramificação da rede hidrográfica disponível, gerando variações relativas ao nível de detalhamento e distribuição dos cursos d'água (Figuras 5 e 6).

Tabela 2: Áreas de APPs de Nascentes

Propriedade	Área (ha)	Número de Nascentes		APPs Nascentes(ha)		Diferença %	% da Propriedade	
		1:50.000	1:5.000	1:50.000	1:5.000		1:50.000	1:5.000
1	41,7	1	1	0,78	0,78	0	1,9	1,9
2	701,13	20	207	15,67	129,52	88	2,2	18,5
Total	742,83	21	208	16,5	130,3	87	2,2	17,5

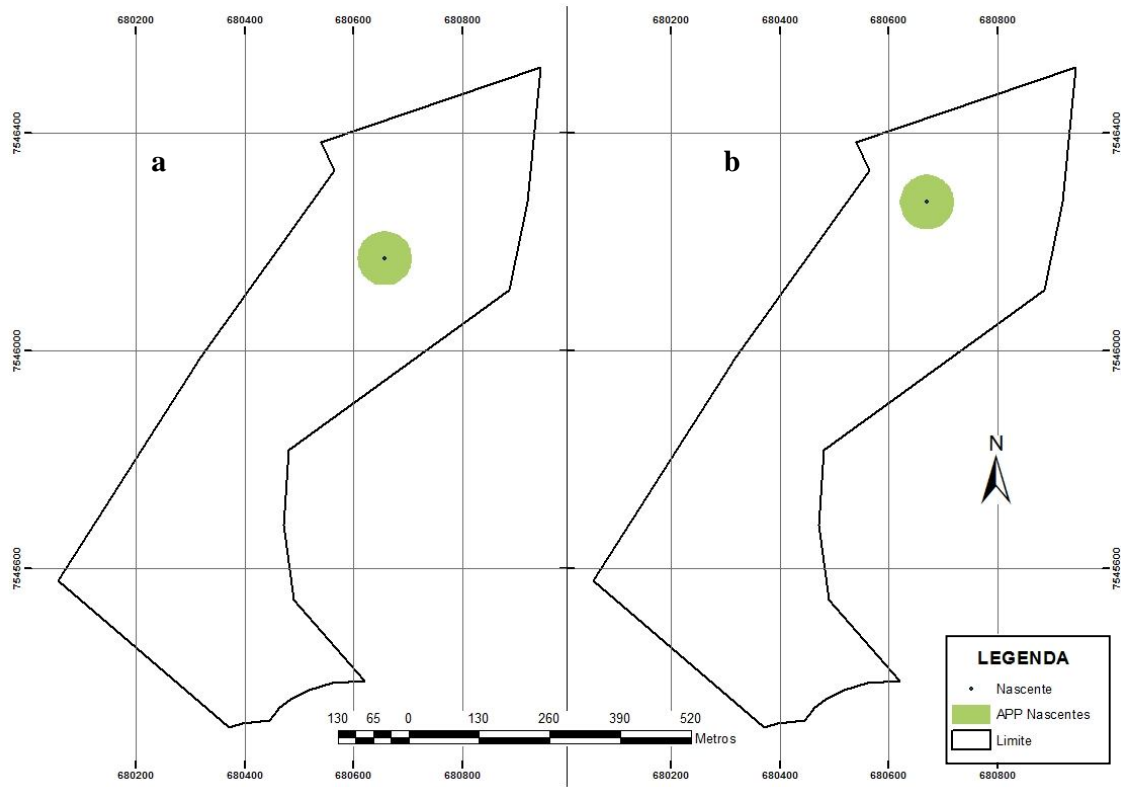


Figura 5: Delimitação na P1 das APPs de Nascentes, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).

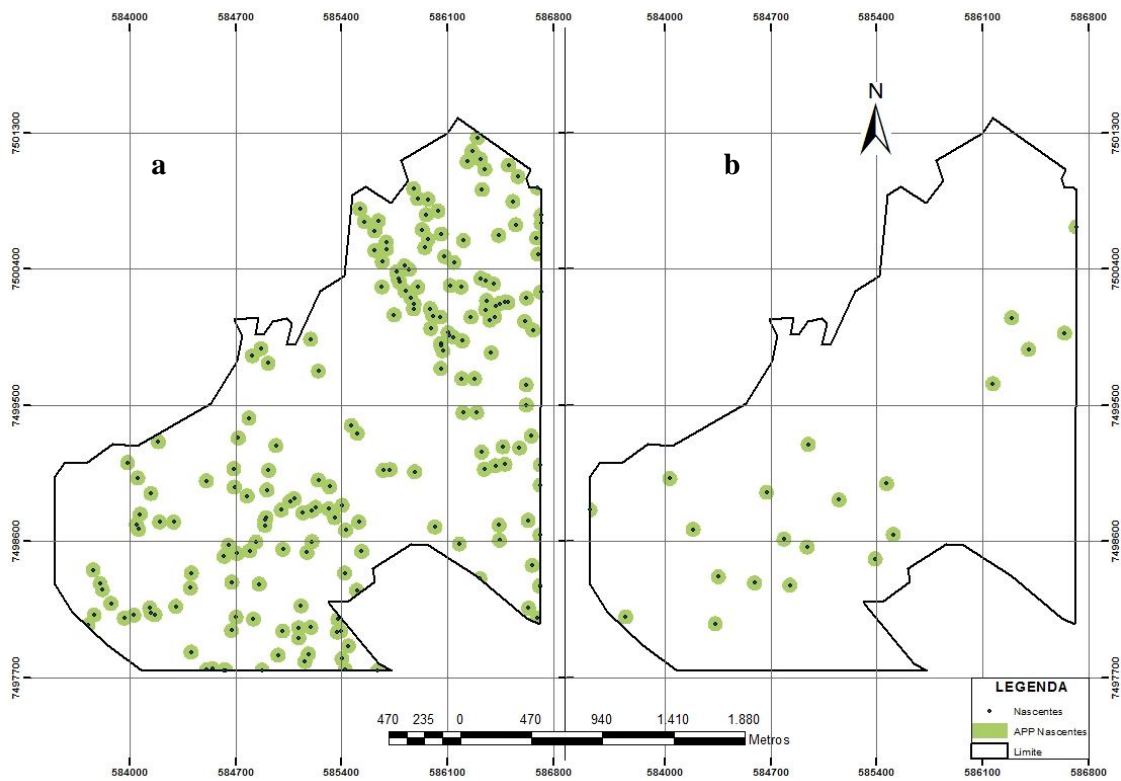


Figura 6: Delimitação na P2 das APPs de Nascentes, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).

4.3 APPs de Encostas

A delimitação das APPs de encostas acima de 45° de declividade é a que está mais susceptível as diferenças de escalas. No caso em estudo ocorreu uma subestimação mais expressiva das áreas entre 99% e 100% (Tabela 3), que ao serem projetadas horizontalmente nos mapas, que são bidimensionais, não foram capazes de representar as áreas declivosas em toda sua extensão. Este fato levou até mesmo a não detecção desta categoria de área de preservação na propriedade 1 através da carta hipsométrica em escala 1:50.000 (Figuras 7 e 8).

Tabela 3: Áreas de APPs de encostas

Propriedade	Área (ha)	APPs Encostas (ha)		Diferença %	% da Propriedade	
		1:50.000	1:5.000		1:50.000	1:5.000
1	41,7	0	0,13	100	-	0,3
2	701,13	0,15	26,68	99	0,02	3,81
Total	742,83	0,2	26,8	99	0,02	3,6

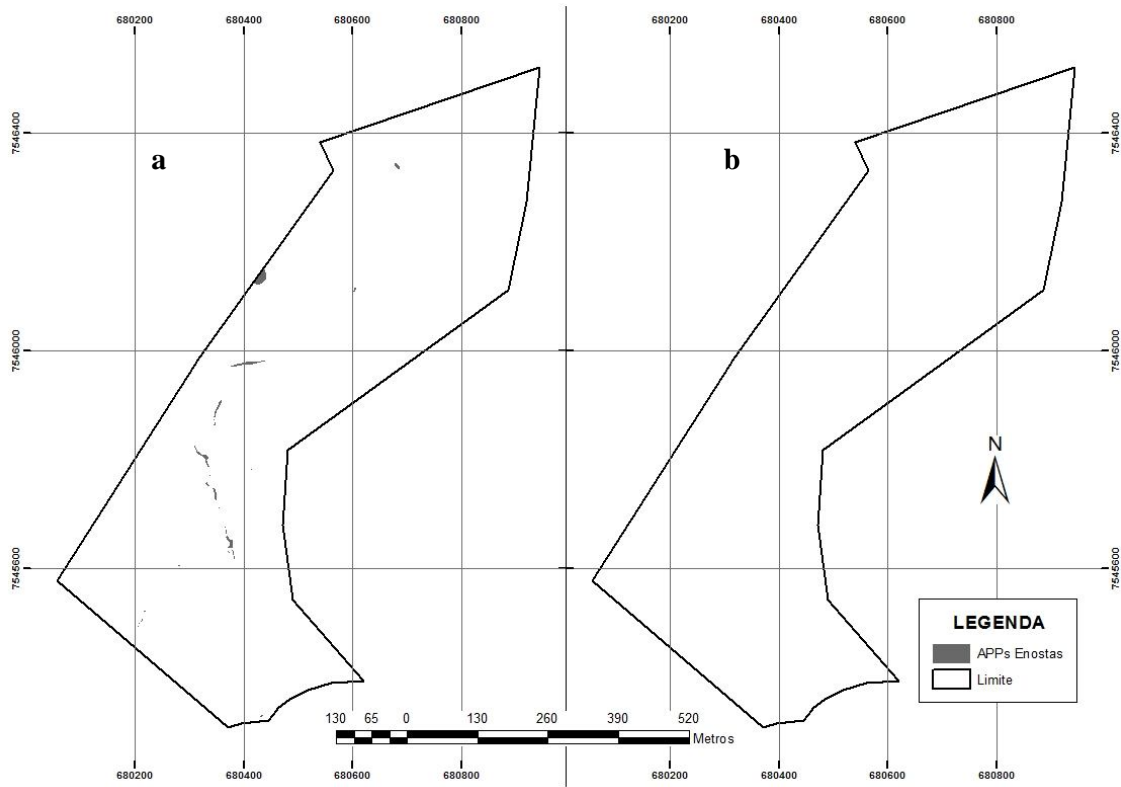


Figura 7: Delimitação na P1 das APPs de Encostas, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).

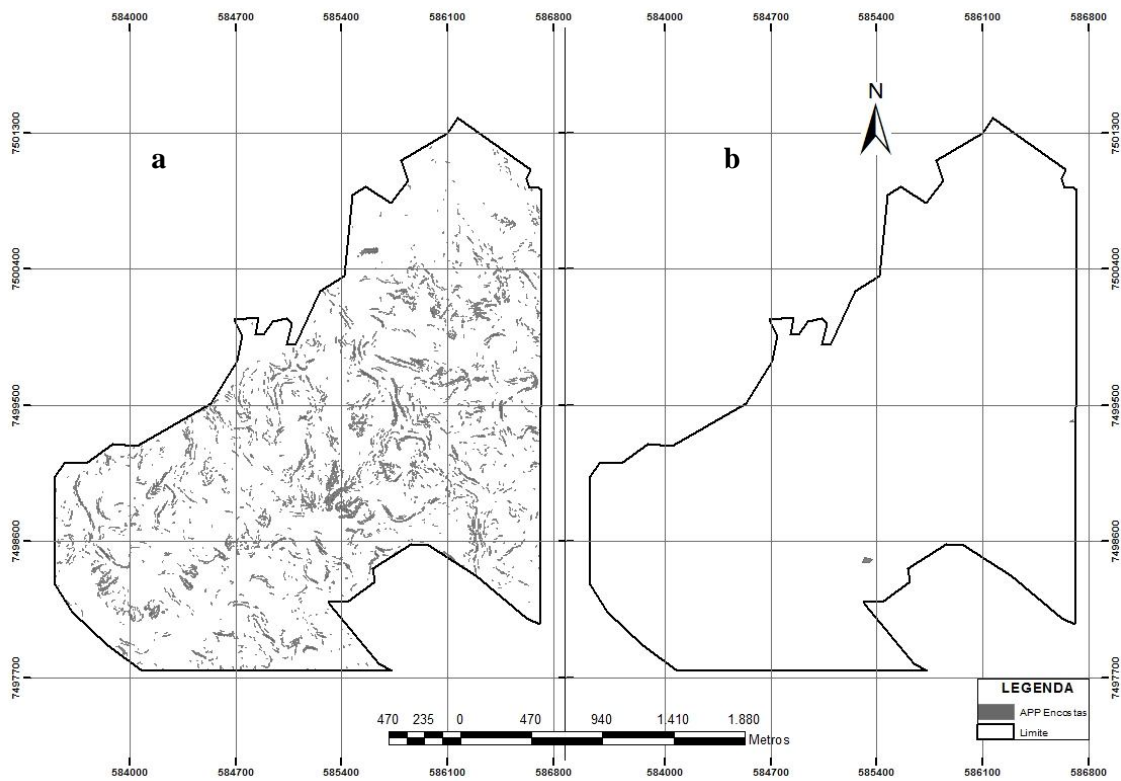


Figura 8: Delimitação na P2 das APPs de Encostas, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).

Segundo Caldas (2006), nas projeções cartográficas de qualquer mapa, áreas com 45° de declividade ficam reduzidas em 1/3 e aquelas com declividade maior, sofrem maior redução ainda, o que aliado ao fato de não possuírem grande superfície contínua, faz com que não sejam representadas na escala 1:50.000 onde cada pixel representa uma área de projeção no plano de 400m². Esse fenômeno pode explicar a redução em até 100% dessas áreas neste estudo, ou seja, muito além do 1/3 descrito pela autora. Essa condição é denominada generalização cartográfica e foi relatada por diversos autores em trabalhos sobre análise ambiental a partir de SIG, envolvendo basicamente quatro aspectos: integração, visualização, análise e transformação da base de dados (D'ALGE & GOODCHILD, 1996).

Visando desenvolver este tema, Menezes & Netto (1999) destacam em seu estudo que escalas cartograficamente maior (ex.: 1:2.500) representam um nível de detalhamento maior que em escala menores (ex.: 1:250.000), no entanto abrangem uma área geográfica significativamente menor que essas últimas. Assim a informação poderá ser visualizada segundo diferentes níveis de detalhamento, ocasionando diferentes possibilidades de interpretações. Os autores colocam ainda que de certa forma, sob a visão cartográfica, não existe erro ou representação errada da informação, porém questiona-se até que ponto esta diferença entre as representações ou interpretações da informação, é aceitável.

Para fins de planejamento, fiscalização, licenciamento ambiental ou qualquer outra operação que exija uma correta interpretação do relevo, os níveis de detalhamento dos modelos utilizados podem influenciar, como citado antes, na interpretação da área e conseqüentemente na tomada de decisões, como foi possível observar ao dividirmos as classes de relevo de cada propriedade (Figuras 9 e 10) segundo a metodologia proposta por EMBRAPA (1999), onde houve diferenças entre a abrangência de cada classe no terreno, chegando a omitir a classe “escarpado” na P1 a partir da base 1:50.000.

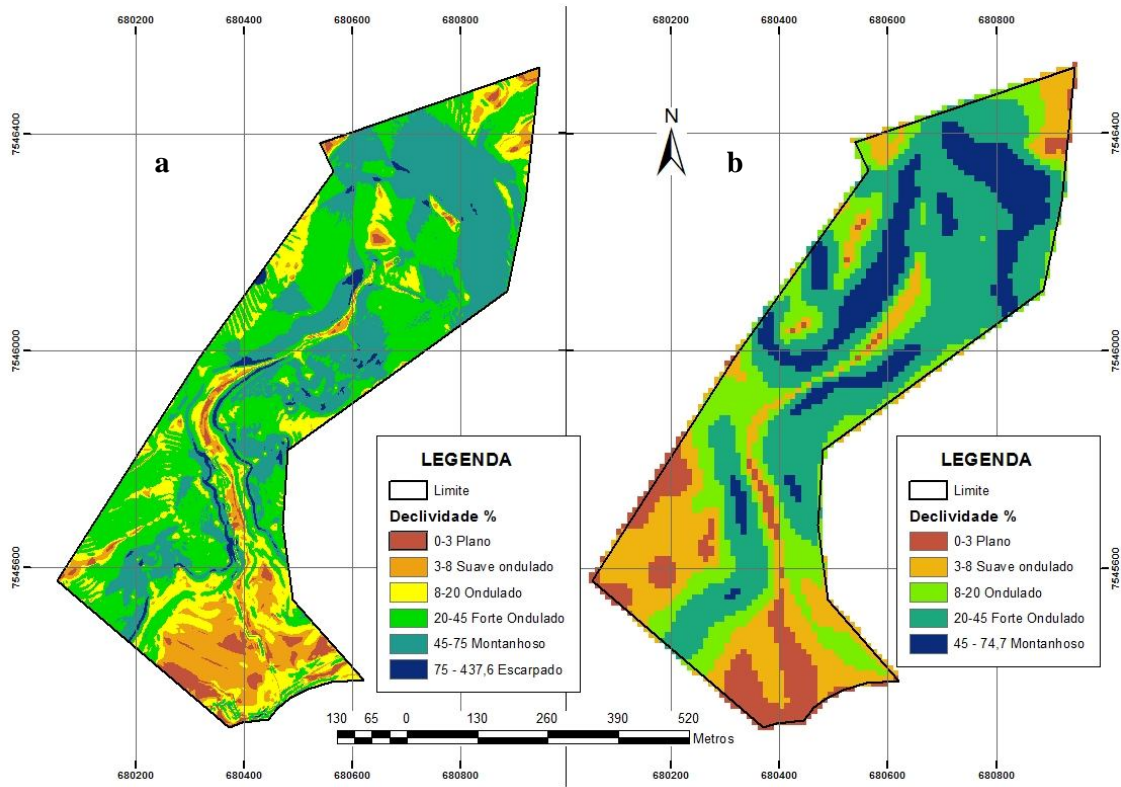


Figura 9: Classificação do relevo segundo Embrapa (1999) da P1, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).

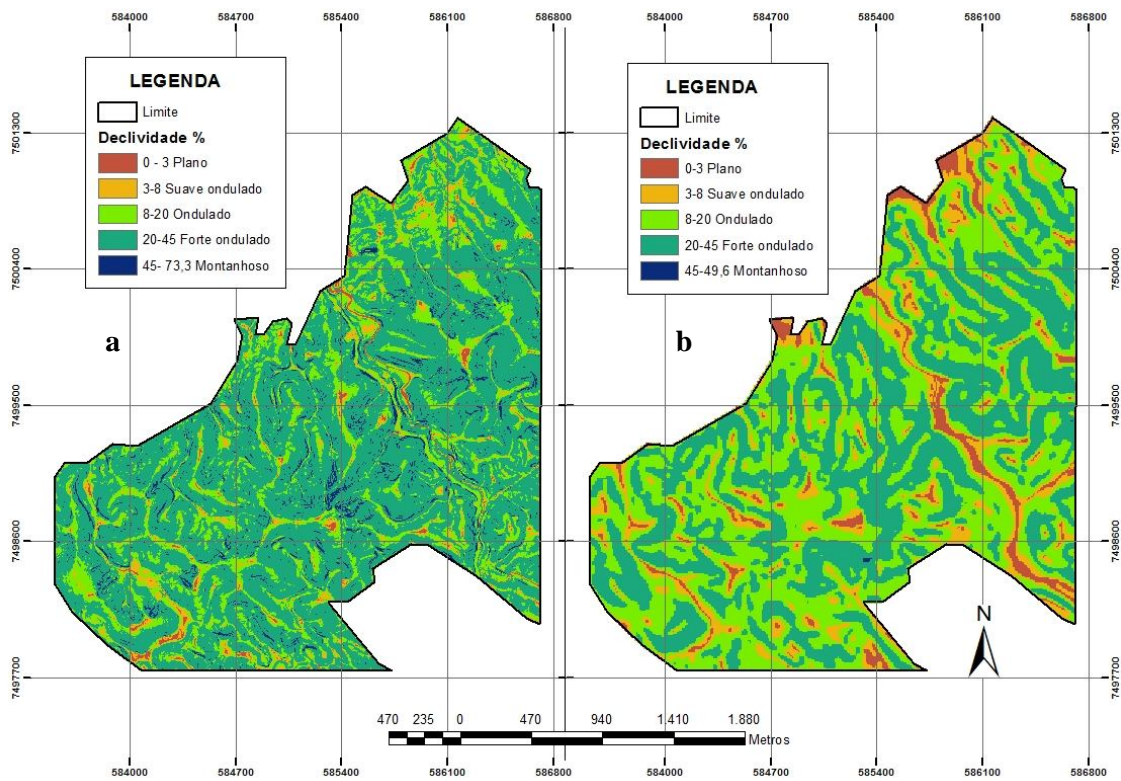


Figura 10: Classificação do relevo segundo Embrapa (1999) da P1, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).

Binda & Bertotti (2010) colocam que antes de tudo, deve ser considerado o objetivo de cada trabalho para a escolha da escala adequada a ser utilizada. Todavia, em virtude da escassez e do alto custo de informações em escalas detalhadas para realização de análises ambientais, as cartas na escala de 1:50.000 podem fornecer, apesar da limitação de generalização cartográfica, resultados importantes quanto a amplitude topográfica, declividades e exposição de vertentes em termos gerais, permitindo a visualização das áreas mais relevantes. Deve-se evitar, no entanto escalas menores que essa como as de 1:100.000, pois nestas os resultados são da generalização topográfica são evidentes .

Apesar das dificuldades técnicas, a delimitação deste tipo de APP é de vital importância, pois parte significativa dos remanescentes florestais da Mata Atlântica está localizada em encostas de grande declividade. Sua proteção é a maior garantia para a estabilidade edáfica dessas áreas, evitando assim as grandes catástrofes que já ocorreram onde a floresta foi suprimida, com conseqüências econômicas e sociais extremamente graves (BRASIL, 1999).

4.4 APPs de Topo de Morros e Linhas de Cumeada

A delimitação dessas áreas também foi afetada pela generalização cartográfica, a diferença entre as áreas de preservação permanente dessa categoria em cada propriedade foi causada principalmente pela variação entre as classes altimétricas de cada base de dados. Essa variação nas curvas de nível fez com que os cumes (pontos mais altos do relevo) e os pontos de sela (depressão mais baixa ao redor dos morros), partes do relevo utilizadas para a delimitação deste tipo de área de preservação, fossem alocados em diferentes cotas o que causou pequenas diferenças entre as áreas, 22% na P1 e 13% na P2 (Tabela 4), sendo essa última o menor percentual encontrado quando comparado as outras categorias APPs delimitadas.

Tabela 4: APPs de Topo de Morros e Linhas de Cumeada

Propriedade	Área (ha)	APPs Morros e Linhas de Cumeada (ha)		Diferença %	% da Propriedade	
		1:50.000	1:5.000		1:50.000	1:5.000
1	41,7	12,67	16,25	22	30,4	39,0
2	701,13	213,91	245,27	13	30,5	34,98
Total	742,83	226,6	261,5	13	30,50	35,2

Em um estudo semelhante a este, sobre um método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo, Hott *et al.* (2005), concluiu que a adoção de uma escala compatível de 1:250.000 para o delineamento da APP em topo de morro implicou na redução da área de preservação em 89 km² (76%) com relação à APP gerada na escala de 1:50.000 que demarcou 116 km². Para solucionar esse tipo de problema, os autores então colocam a necessidade e a importância de uma delimitação regional das Áreas de Preservação Permanente em topos de morros e montanhas para todo o Brasil, em bases cartográficas inequívocas, realmente considerando três dimensões e não bidimensional, como tem ocorrido na prática em estudos parciais.

Victoria (2010) também obteve resultados semelhantes ao utilizar a metodologia descrita por Hott *et al.*(2005) delimitando, através MDEHCs gerados a partir da interpolação

de curvas de nível em escalas de 1:50.000 e 1:10.000 com resoluções espaciais de 20 e 10m respectivamente, as APPs de topo de morros e linhas de cumeada do município de Campinas-SP analisando uma área de 796 Km². O autor delimitou 173,8 Km² como APPs utilizando a base 1:50.000 enquanto que com a base 1:10.000 foram demarcados 213,1 Km², resultando em uma diferença de 18,4%.

A espacialização das áreas de preservação permanente de topo de morros em relação ao limite das propriedades ficou relativamente semelhante nos mapas gerados a partir das duas escalas, indicando que ambas as bases se mostraram aptas para a identificação espacial das APPs de topos de morro, apesar das diferenças de tamanho entre elas (Figuras 11 e 12).

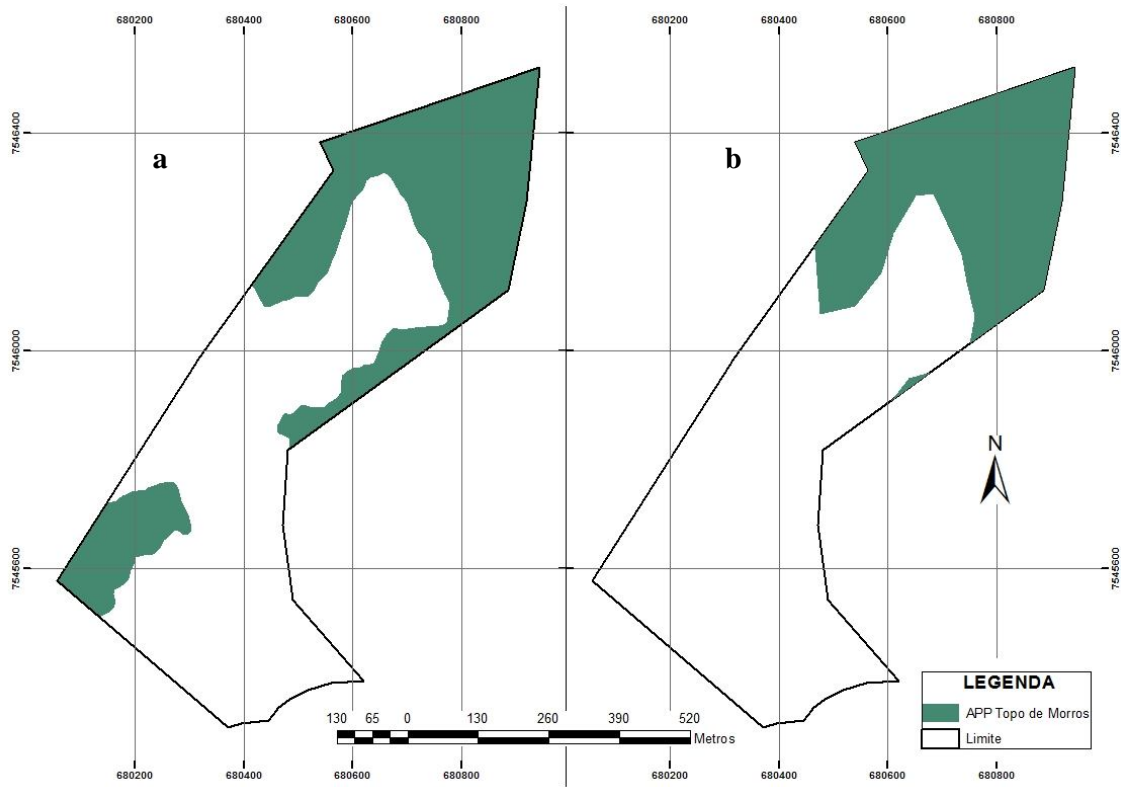


Figura 11: Delimitação na P1 das APPs de Topo de Morros, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).

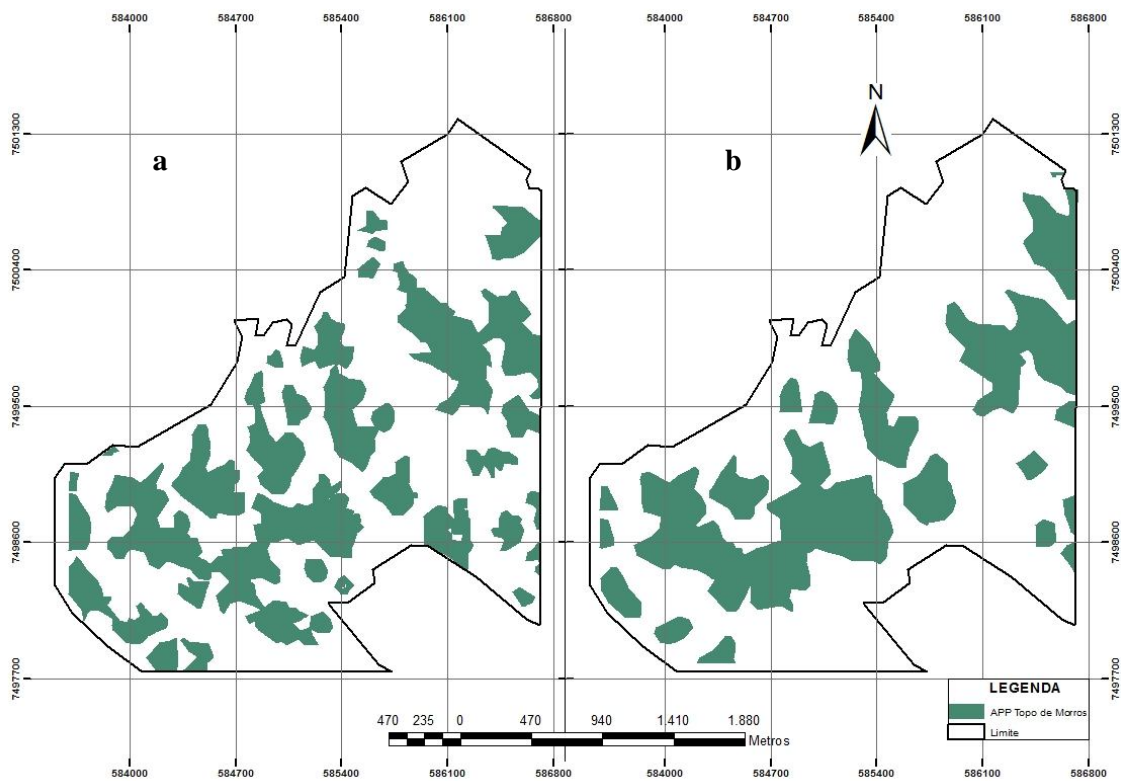


Figura 12: Delimitação na P2 das APPs de Topo de Morros, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).

4.5 Implementação das APPs X Viabilidade Técnica e Econômica

Considerando as duas propriedades estudadas, foi analisada uma área total de 742,83 ha da qual cerca de 70% deste total foram demarcadas como áreas de preservação permanente de acordo com os dados obtidos via levantamento topográfico em escala de 1:5.000, enquanto que a delimitação a partir das bases vetoriais obtidas gratuitamente do IBGE em escala de 1:50.000 gerou uma delimitação de aproximadamente 45% da área total como APP totalizando uma diferença de 36% entre as bases (Tabela 5).

Tabela 5: Área de APPs

Propriedade	Área (ha)	APPs (ha)		Diferença %	APPs (%)		Área restante (ha)	
		1:50.000	1:5.000		1:50.000	1:5.000	1:50.000	1:5.000
P1	41,7	20,71	25,75	20	50	62	20,99	15,95
P2	701,13	312,90	497,52	37	45	71	388,23	203,61
Total	742,83	333,61	523,27	36	45	70	409,22	219,56

Apesar das diferenças entre as bases de dados, em ambas as escalas as APPs formaram na paisagem corredores florestais, fazendo com que elas cumpram o papel ecológico a que foram propostas (Figuras 12 e 13). Com a adequação haverá uma conversão da área física totalmente manejável e disponível para qualquer tipo de atividade agropecuária ou outros usos econômicos que necessitem da supressão da vegetação, em áreas de preservação. No caso das propriedades analisadas, onde a principal atividade econômica é a pecuária leiteira, existe a necessidade que uma determinada área seja convertida e mantida como pastagem. A propriedade que teve uma maior porcentagem de áreas de preservação delimitada foi a P2, com 71% de sua extensão total delimitada como APP restando 203,61 ha dos seus 701,13 ha (Figuras 13 e 14).

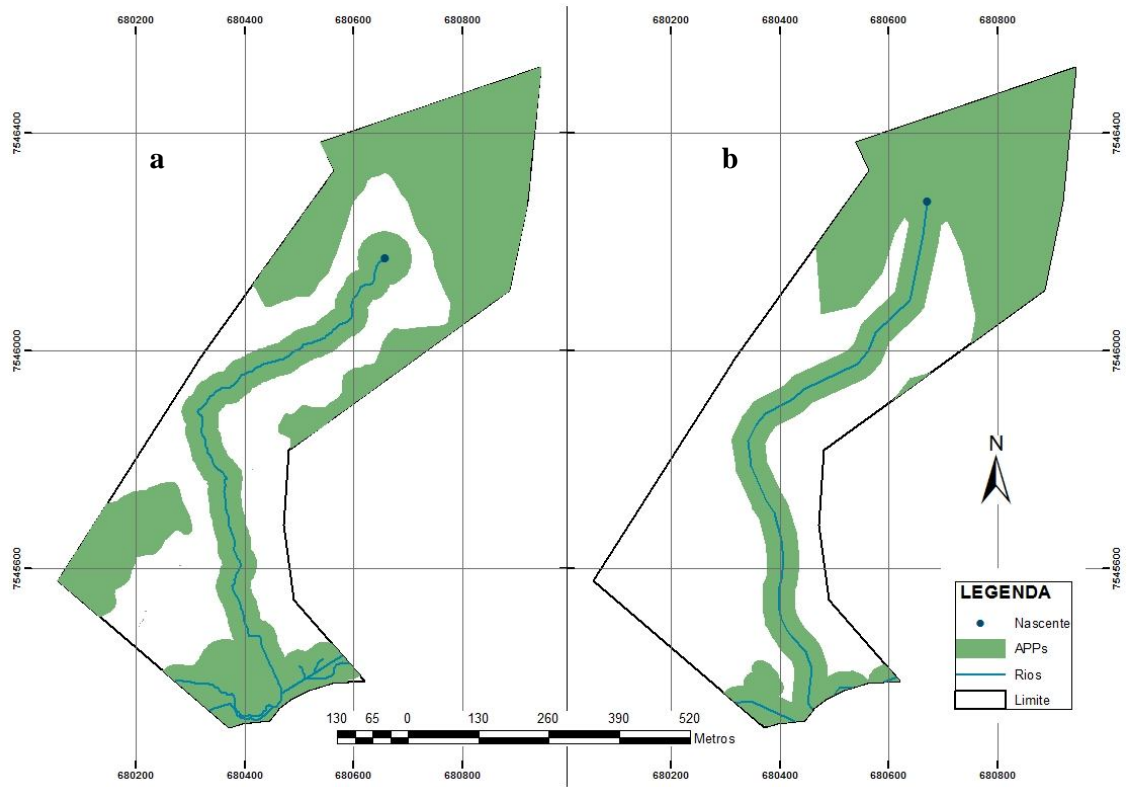


Figura 13: Área total das APPs da P1, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).

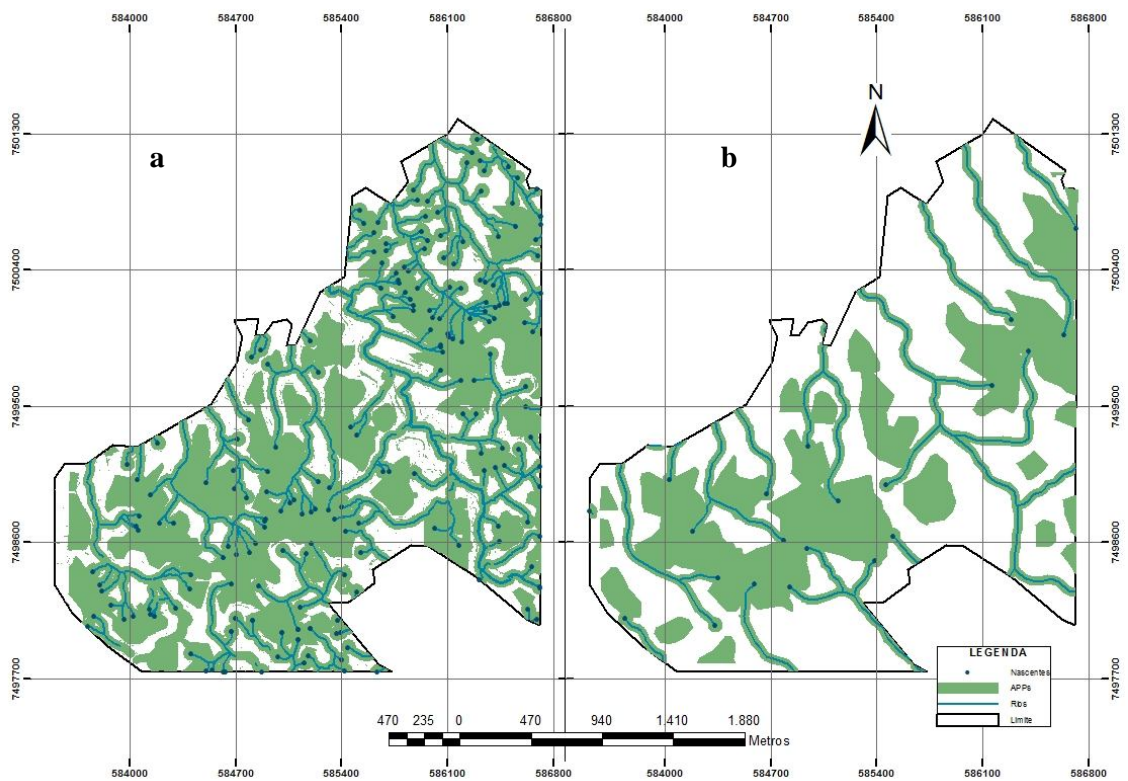


Figura 14: Área total das APPs da P1, baseada no levantamento em 1:5.000 (a) e base vetorial 1:50.000 (b).

Devemos lembrar que além das áreas de preservação permanente, a legislação ainda determina que deve ser demarcada e preservada a reserva legal (RL), que para a região deve corresponder a 20% do total da propriedade rural e onde a única atividade econômica permitida é o manejo florestal sustentável, e que em ambos os casos estudados essas áreas não foram consideradas. No entanto é admitido o cômputo das áreas relativas à vegetação nativa existente em área de preservação permanente no cálculo do percentual de reserva legal, em propriedades onde a soma das APPs e reserva legal exceda 50% do total da área (valor para esta região do país) (BRASIL, 1965) o que não é o caso das áreas estudadas, onde a maior parte das APPs já não possuem a vegetação nativa.

A redução expressiva da parte economicamente ativa da propriedade pode desestimular a iniciativa da adequação ambiental por parte dos proprietários ou até mesmo inviabilizar a capacidade dos mesmos de arcar com os custos deste processo. No caso específico das propriedades analisadas, a redução da pastagem acarretaria na adaptação do sistema de produção para a nova disponibilidade de espaço, podendo refletir em custos com rações para os animais, melhorias no manejo dos pastos como adubação e até mesmo aluguel de pastos adjacentes. Essa possível redução na rentabilidade das áreas poderia ser atenuada com a exploração sustentável dessas áreas protegidas, ou com o desenvolvimento de outras atividades econômicas.

KLUCK *et al.* (2011) avaliaram o impacto econômico da implementação das APPs em propriedades bananicultoras localizadas no município de Luís Alves, SC onde foram analisadas 15 propriedades. Com base em imagens de satélite, dados de coleta de campo e dados vetoriais do IBGE foram confeccionados mapas de delimitação das APPs. Posteriormente, identificaram os conflitos de uso das terras, principalmente as lavouras localizadas em APPs. Os dados da potencial perda de área produtiva com a implementação foram então transformados em perdas econômicas a partir de análise de produtividade e custos de produção de cada propriedade concluindo-se que o cumprimento da legislação causaria impactos muito significativos nas propriedades chegando a inviabilizar tal adequação, principalmente em relação às pequenas propriedades que tiveram perdas médias de 30,73% de área de lavoura o que levaria a uma diminuição de 40,21% na renda líquida.

Outro obstáculo econômico significativo seria o custo com a contratação de profissionais habilitados para tal adequação ambiental, pois para que as APPs sejam delimitadas corretamente é necessário que os técnicos utilizem bases de dados confiáveis para identificação e demarcação das áreas como já foi discutido anteriormente. Esses custos podem variar de acordo com a qualidade do trabalho executado, sendo influenciados pelo volume de dados coletados em campo, qualidade das imagens de satélite utilizadas e principalmente pela escala cartográfica empregada.

Em alguns estados, os órgãos ambientais exigem que os mapas apresentados com a delimitação das APPs para a averbação de reserva legal sejam apresentados em escalas predeterminadas (Tabela 6), para que todos os arquivos utilizados na confecção dos mesmos sejam compatíveis entre si, o ideal é que estejam na mesma escala. Porém não há disponibilidade de cartas hipsométricas e hidrográficas em escalas detalhadas, e confeccioná-las seria muito oneroso, induzindo a multiescalaridade nos documentos. No estado de Goiás, em projetos de reflorestamento a planta altimétrica é exigida na escala 1:2.000, o que pode até inviabilizar projetos em pequena escala.

Tabela 6: Escalas exigidas em documentos para averbação de reserva legal.

Estado	Tamanho da Área (ha)	Escala exigida	Fonte
Amazonas	-	1:50.000	IPAAM
	< 1.000	1:25.000	
Tocantins	1.001 - 5.000	1:50.000	Naturatins
	> 5.000	1:100.000	
Pernambuco	< 100	1:10.000	Agência Estadual de Meio Ambiente – CPRH
	< 50	1:2.500	
	51 - 500	1:5.000	
Goiás	501 - 5.000	1:10.000	Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH
	> 5.000	1:20.000	
	Planta altimétrica*	1:2.000	

* Exigida em projetos de reflorestamento

No caso das propriedades estudadas, o levantamento orçamentário com profissionais habilitados, resultou em um preço médio de R\$ 13.000 para a confecção das curvas de nível na escala 1:5.000 para a P1 e R\$ 40.000 para a P2. Para o processo total de averbação da reserva legal, que envolve a delimitação das áreas de preservação permanente, um profissional utilizando todas as bases gratuitas disponíveis ou mesmo com a carta hipsométrica detalhada fornecida pelo proprietário cobra em média cerca de R\$ 5.000, porém este preço pode variar muito.

Devemos salientar que tais investimentos podem trazer além de benefícios legais como acesso à linhas de crédito, possibilidades de contribuir no banco de dados da propriedade elevando consideravelmente o nível e as possibilidades de planejamento e organização das atividades realizadas na mesma. Entretanto o alto valor para este tipo de investimento está muito acima das capacidades de retorno dos sistemas produtivos de muitas das pequenas e médias propriedades do país.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Apesar das diferenças quanto ao tamanho e posição de suas áreas, as APPs delimitadas a partir de ambas as bases de dados analisadas formaram na paisagem corredores florestais contínuos, garantindo que essas áreas cumpram o papel a que foram propostas, se devidamente demarcadas e preservadas.

As informações disponíveis gratuitamente se mostraram insuficientes para que seja realizado uma delimitação fiel às condições reais do relevo e da hidrografia. No entanto são largamente utilizadas, pois além do alto preço de um levantamento em escala mais detalhada, essas bases resultam na assimilação de mais áreas como APPs acarretando em mais “perdas” de terreno para os proprietários desestimulando a busca particular da correta delimitação pelos mesmos.

As diversas discussões sobre o tamanho exigido em lei para as áreas de preservação permanente devem levar em consideração principalmente a forma como esses parâmetros serão implementados na prática, pois se não há eficácia na delimitação dessas áreas no relevo não haverá mudanças na realidade do licenciamento ambiental como está havendo na legislação.

É preciso que sejam criados bancos de dados públicos e gratuitos em escalas detalhadas a partir de tecnologias já disponíveis como o LIDAR (*Light Detection And Ranging*) para subsidiar a delimitação e fiscalização das APPs de forma correta em programas como o CAR (Cadastro Ambiental Rural), viabilizando a regularização fundiária no país.

6. REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTANASIO, C.M., RODRIGUES, R.R., GANDOLFI, S., NAVE, A. G., **Adequação ambiental de propriedades rurais recuperação de áreas degradadas e restauração de matas ciliares**. Piracicaba, 2006, ESALQ.65p.

BINDA, A. L.; BERTOTTI, L. G. Comparação entre produtos cartográficos gerados a partir de cartas base de diferentes escalas: o caso da cidade de Guarapuava (PR). **Ambiência**, Guarapuava (PR), v.6, n.2, p.223 – 234, Maio./Ago. 2010

BORGES, L.A.C. et al. Evolução da Legislação Ambiental no Brasil. **Rama: Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, PR, v.2, p.447-466, 2009.

BORGES, L.A.C., REZENDE, J.L.P, PEREIRA, J.A.A., JÚNIOR, L.M.C., BARROS, D.A. **Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira**. *Rev. Ciência Rural*, v.41, n.7, jul, 2011.

BRASIL. **Decreto Federal n. 23.793**, de 23 de janeiro de 1934. Decreta o Código Florestal. Brasília, DF, 1934. Disponível em: <www.presidencia.gov.br>. Acesso em: out.2012.

BRASIL. **Lei Nº 4.771** de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal. Disponível em: <www.presidencia.gov.br>. Acesso em: out.2012.

BRASIL. **Lei nº11.428** de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: <www.presidencia.gov.br>. Acesso em: out.2012.

BRASIL. **Medida Provisória 2.166-67**, de 24 de agosto de 2001. Altera os arts. 1o, 4o, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei n. 4.771 de 1965: código florestal. Brasília, DF, 2001. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/2166-67.htm. Acesso em: Abril de 2012.

CONAMA. **Resolução nº 249**, de 29 de janeiro de 1999. Brasília. Define diretrizes para a Política de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Mata Atlântica. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: out. 2012.

CONAMA. **Resolução nº 302**, de 13 de maio de 2002 a. Brasília. Define áreas de preservação permanente de reservatórios artificiais. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: out. 2012.

CONAMA. **Resolução nº 303**, de 13/05/2002 b. Brasília. Define áreas de preservação permanente.. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: out. 2012.

CALDAS, A. J. F. S. **Geoprocessamento e análise ambiental para determinação de corredores de hábitat na Serra da Concórdia, Vale do Paraíba - RJ**. 110p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

CARVALHO, G.A.; BARBOSA, I.S.; NUNES, F.S.M. Avaliação do uso da base vetorial do IBGE/GEOMINAS como instrumento de gestão das APPS e preservação. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO (SIMGEO), 2008, Recife. **Anais...** Pernambuco, 8-11 de setembro de 2008.

CEIVAP - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA MÉDIO PARAÍBA DO SUL). Disponível em <http://www.cbhmedioparaiba.org.br/regiaohidro.php>. Acessos em Abril de 2012.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO PARAÍBA DO SUL (COMITEPS). Disponível em <http://www.comiteps.sp.gov.br/quem-somos>. Acessos em Abril de 2012.

D'ALGE, J. C. L.; GOODCHILD, M. F. Generalização Cartográfica, Representação do Conhecimento e SIG. In: VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 1996, Salvador. **Anais...** Bahia: INPE, 14-19 abril 1996, p. 453-457.

HOTT, M. C.; GUIMARÃES, M.; MIRANDA, E. E. de. Um método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiás: INPE, 16-21 abril 2005, p. 3061-3068.

IBGE. Mapa de Clima do Brasil. 2002

INCRA. **Instrução Especial Nº 20**, de 28/05/1980. Estabelece o Módulo Fiscal de cada Município, previsto no Decreto nº84.685 de 06 de maio de 1980.

INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (INEA – RJ). Disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/fma/bacia-rio-paraiba-sul.asp>. Acessos em Abril de 2012.

JACOVINE, L.A.G., CORRÊA, J.B.L., SILVA, M.L., VALVERDE, S.R., FILHO E.I.F., COELHO, F.M.G., PAIVA, A.N. **Quantificação das áreas de preservação permanente e de reserva legal em propriedades da bacia do rio Pomba – MG. Rev. Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.269-278, 2008.

JOÃO, C. G.; KOPITTKÉ, B. H.; SPERANDIO, J. Floresta Atlântica: estudo para o desenvolvimento sustentável. **Floresta**, Curitiba, v. 28, n. 1/2, p. 111-122, jun./dez. 1998

KLUCK, C., REFOSCO, J.C., CAGLIONI, E., ARMÊNIO, G.A. **Impacto na economia das propriedades bananicultoras em Luís Alves – SC, em função da implementação das áreas de preservação permanente. Rev. Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, Edição Especial, p.707-716, 2011.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Malheiros Editores, 12ª ed. rev. atual. e ampl., 2004. 1057p.

MARQUES, F. de A.; SILVA, D. D. da. Obtenção pixel a pixel de variáveis morfométricas em SIG após tratamento de dados SRTM. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

SENSORIAMENTO REMOTO; 2007, Florianópolis, **Anais...** Santa Catarina, INPE 21-26 abril 2007, p. 3445-3452.

MATTOS, A. D. M. Valoração ambiental de áreas de preservação permanente da micro-bacia do ribeirão São Bartolomeu no Município de Viçosa, MG. **Árvore**. Viçosa, vol.31, n.2, p. 347 – 353, 2007.

MENEZES, P. M. L; NETTO, C. A L. Escala: Estudo de Conceitos e Aplicações. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA; 1999, Recife, **Anais...** Pernambuco, 1999.

OLIVEIRA, M. Z.; VERONEZ, M. R.; THUM, A. B.; REINHARDT, A. O.; BARETTA, L.; VALLES, T. H. A.; ZARDO, D.; SILVEIRA, L. K. da. Delimitação de Áreas de Preservação Permanente: Um estudo de caso através de imagem de satélite de alta resolução associada a um sistema de informação geográfica (SIG). In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO; 2007, Florianópolis, **Anais...** Santa Catarina, INPE 21-26 abril 2007, p. 4119-4128.

PELUZIO, T. M. O.; SANTOS, A. R. do. FIEDLER, N. C. **Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente no ArcGis 9.3**. CAUFES, Alegre, 2010.

PUIG, H. **A floresta tropical úmida**. São Paulo: UNESP, 2008. 496p.

QUINTERO, E. I.; FRANCELINO, M. R.; PEREIRA M. Influência da escala do MDE na delimitação de classes de declividade. In: XVII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA; 2008, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro, 10-15 agosto 2008.

RIBEIRO, C.A.A.S., SOARES, V.P., OLIVEIRA, A.M.S, GLERIANI, J.M., O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. **Rev. Árvore**. Viçosa, vol. 29, n.2, p.203-212, 2005.

RIBEIRO, C.A.A.S., SOARES, V.P., MENEZES, S.J.M.C., LANA, V.M., LIMA, C.V., **Áreas de preservação permanente: espaços (im)possíveis** Ambiente Guarapuava (PR) v.6 Ed. Especial 2010 p.93 - 102

SAMPAIO, S. H. Histórico da Previsão legal das Áreas de Preservação Permanentes. **Diálogo Jurídico**, Fortaleza (CE), n. 3, p.33-44, Set. 2004.

SOARES, V.P., MOREIRA, A.A., RIBEIRO, C.A.A.S., GLERIANI, J.M., Mapeamento das áreas de preservação permanente e dos fragmentos florestais naturais como subsidio à averbação da reserva legal em imóveis rurais. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 555-561, out./dez. 2011.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, Dordrecht, v.75: 81-86. 1988.

VELOSO, H. P.; FILHO, R. A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE/PROJETO RADAMBRASIL, 1991. 112 p.

VESTENA, R. L.; THOMAZ, E. L. Avaliação de conflitos entre áreas de preservação permanente associadas aos cursos fluviais e uso da terra na bacia do rio das pedras, Guarapuava-PR. **Ambiência**, Guarapuava, v.2, n.1, p. 73-85 jan./jun 2006.

VICTORIA, D. de C. 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, Campinas-SP. **Revista Brasileira de Cartografia** No 62/03, 2010.