

**ANDREA BRANDÃO GONÇALVES**

**DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E  
IDENTIFICAÇÃO DOS CONFLITOS DE USO DA TERRA NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO CAMAPUÃ/BRUMADO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009

ANDREA BRANDÃO GONÇALVES

**DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO  
PERMANENTE E IDENTIFICAÇÃO DOS CONFLITOS DE USO DA TERRA  
NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAMAPUÃ/ BRUMADO**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Ciência Florestal,  
para obtenção do título de *magister  
Scientiae*.

APROVADA: 21 de maio de 2009.

---

Prof. Hélio Garcia Leite  
(Co-Orientador)

---

Prof. Vicente Paulo Soares  
(Co-Orientador)

---

Prof. José Marinaldo Gleriani

---

Prof. João A. A. Meira Neto

---

Prof. Carlos A. A. Soares Ribeiro  
(Orientador)

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, André e Áurea, pelo amor e incentivo; ao meu irmão Rodrigo, pela amizade e carinho.

Ao professor Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro, pela seriedade na orientação e pelos valiosos ensinamentos.

Ao professor Vicente Paulo Soares e Hélio Garcia Leite, pelo auxílio e co-orientação.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Engenharia Florestal (DEF), pelas oportunidades e pelo acolhimento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa.

Aos funcionários, Ritinha, Alfredo e Chiquinho, pela disponibilidade no atendimento e pela simpatia.

Aos colegas do curso de pós-graduação em Ciência Florestal da UFV, pela convivência e companheirismo durante o curso.

Especial agradecimento às minhas amigas Cibele Hummel do Amaral, Eliana Faria de Oliveira, Flávia Gomes Ferreira e Paula Nogueira Margotto, pela amizade verdadeira.

A todos aqueles que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

A Deus, pela vida.

## **BIOGRAFIA**

ANDREA BRANDÃO GONÇALVES, filha de André Costa Gonçalves e Áurea Maria Brandão Gonçalves, nasceu em 16 de janeiro de 1982, em Vitória, Espírito Santo.

Em 2001, ingressou na Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde, em outubro de 2006, graduou-se em Engenharia Florestal.

Em março de 2007, iniciou o Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Ciência Florestal, no Departamento de Engenharia Florestal da UFV, submetendo-se à defesa da dissertação em maio de 2009.

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	v
LISTA DE TABELAS .....	vi
RESUMO .....	vii
ABSTRACT.....	ix
1 - Introdução.....	1
2 - Revisão de literatura.....	3
2.1 - Áreas de preservação permanente.....	3
2.2 - Análise do uso da terra em bacias hidrográficas .....	5
2.3 - Delimitação de APP's e Identificação dos conflitos de uso da terra.....	7
3 - Material e Métodos .....	10
3.1 - Caracterização da área de estudo.....	10
3.2 - Base de dados, Equipamentos e Softwares utilizados.....	14
3.3 - Mapeamento do uso e ocupação da terra.....	14
3.4 - Desenvolvimento do modelo digital de elevação hidrograficamente condicionado (mdehc).....	15
3.5 - Delimitação das Áreas de Preservação Permanente com base na Resolução nº 303/02 do Conama .....	16
3.6 - Análise de conflito de uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente ...	21
4 - Resultados e discussão .....	23
4.1 - Uso e ocupação da terra .....	23
4.2 - Áreas de preservação permanente delimitadas na bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado .....	25
4.3 - Conflitos de Uso da Terra.....	29
5 - Conclusões .....	32
Referências .....	34
Anexo 1 .....	41

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais. ....	11
Figura 2. Rio Camapuã, município de Entre Rios de Minas, Minas Gerais. ....	12
Figura 3. Identificação da planície de inundação a partir de seções transversais estabelecidas ao longo da rede hidrográfica.....	18
Figura 4. (a) Comparação entre o traçado da hidrografia e a linha de centro da sua planície de inundação; (b) larguras das zonas de proteção em função da largura da planície de inundação; (c) delineamento das zonas ripárias de proteção ao longo da planície de inundação. ....	20
Figura 5. Áreas de Preservação Permanente ao longo das linhas de cumeada. ....	21
Figura 6. Mapa de uso e ocupação da terra da sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais.....	24
Figura 7. Categorias de APP's delimitadas na sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais.....	26
Figura 8. Quantificação das categorias de APP's na sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais.....	28
Figura 9. Mapa dos conflitos de uso da terra na sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais.....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Largura das Áreas de Preservação Permanente ao longo da hidrografia.....	20
Tabela 2. Descrição do uso e ocupação da terra na sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais.....	23
Tabela 3. Áreas das categorias de APP's delimitadas da sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais.....	25
Tabela 4. Descrição do uso da terra nas APP's mapeadas na sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais. ....	29
Tabela 5. Descrição do uso da terra nas áreas de uso legal na sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais. ....	31

## RESUMO

GONÇALVES, Andrea Brandão, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2009. **Delimitação automática das Áreas de Preservação Permanente e identificação dos conflitos de uso da terra na sub-bacia hidrográfica do Rio Camapuã/Brumado.** Orientador: Carlos Antônio A. Soares Ribeiro. Co-orientadores: Hélio Garcia Leite e Vicente Paulo Soares.

Os objetivos deste estudo foram espacializar as Áreas de Preservação Permanente (APP) da sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado e identificar e quantificar eventuais conflitos de uso da terra. A partir de uma imagem digital do sensor ETM+/LANDSAT 7 foram mapeadas três classes de uso e ocupação da terra: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Agropecuária. A metodologia para delimitação automática das APP's, tendo como referência legal a Resolução nº 303/02 do CONAMA, permitiu a espacialização das categorias situadas no terço superior dos morros, entorno das nascentes e suas áreas de contribuição, na faixa marginal ao longo dos cursos d'água, no terço superior da bacia e ao longo das linhas de cumeada e nas encostas com declividades superiores a 45°. A área total da sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado é de 110.711,9 ha, dos quais 12,3 % são cobertos por Floresta Estacional Semidecidual, 52,6 % por Cerrado e 35,1 % por atividades agropecuárias. As APP's corresponderam a 57,0 % da área total dessa sub-bacia, sendo a maior participação daquelas situadas no terço superior da bacia e ao longo das linhas de cumeada, com 39.624,5 ha (52,6 %) e a menor nas áreas relacionadas às encostas com declividades superiores à 45° graus, com apenas 98,1 ha (0,1 %). Do total de APP's mapeadas, 65,2 % (41.155,7 ha) estão efetivamente protegidas por formações florestais, enquanto que 34,8 % (21.939,3 ha) são afetadas pelo uso indevido. Apesar da existência de 21.939,3 ha em conflito de uso da terra, foram mapeados 30.734,3 ha de florestas em áreas passíveis de serem utilizadas pelo proprietário da terra. Tais fatos corroboram a hipótese de que a falta de conhecimento a respeito da espacialização das APP's dentro da propriedade é a principal causa do descumprimento da lei. A delimitação automática de APP's foi eficaz para mapear os limites dessas áreas, evidenciando a exata dimensão da proteção ambiental dos ecossistemas proporcionada pelo Código Florestal Brasileiro (CFB). A espacialização



das APP's, viabilizando a aplicação do CFB, pode minimizar os conflitos de uso da terra e evitar a degradação dos fragmentos florestais remanescentes. Quando aplicado, o CFB proporciona, naturalmente, a formação de corredores ecológicos, criando uma rede de áreas conservadas em comunicação e minimizando os efeitos deletérios impostos às populações da fauna e flora pela fragmentação de habitats.

## ABSTRACT

GONÇALVES, Andrea Brandão, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2009. **Automatic delimitation of Permanent Preservation Areas and land use conflicts identification at the Camapuã/Brumado river sub-basin.** Adviser: Carlos Antônio A. Soares Ribeiro. Co-Advisers: Hélio Garcia Leite and Vicente Paulo Soares.

The purposes of this study were to make spatial identification of the Permanent Preservation Areas (PPA) within the Camapuã/Brumado River sub-basin and to identify and quantify eventual land use conflicts. From a ETM+/LANDSAT 7 digital image, it was mapped three classes of land use: Semideciduous Seasonal Forest, Cerrado and Agropecuary. The methodology for automatic delimitation of the PPA's, based on CONAMA's Resolution nº 303/02, allowed the spatial identification of categories situated on upper third of hills, springs and their respective contributing areas, riparian zones, upper third of the sub-basin and along the water divide line and on hillsides with slopes above 45 degrees. The total area of Camapuã/Brumado River sub-basin is 110.711,9 ha, in which 12,3 % is covered by Semideciduous Seasonal Forest, 52,6 % by Cerrado and 35,1% is occupied by agropecuarian activities. The permanent preservation areas corresponded to 57,0 % of this sub-basin total area, the greatest portion being the ones situated on the upper third of the sub-basin and along the water divide line, with the extension of 39,624 ha (52,6 %), and the smallest portion being the ones on the hillsides with slopes above 45 degrees, with only 98,1 ha of extension (0,1 %). Out of the mapped PPA's total, 65,2 % (41.155,7 ha) are effectively protected by forest formation while 34,8% (21.939,3 ha) are affected by inappropriate use. Although 21.939,3 ha were found to be in land use conflict, it was also mapped 30.734,3 ha of forest in areas that could be used by the land owners. These facts corroborate the hypothesis that lack of knowledge about the PPA's locations inside the properties is the major cause of acting in disagreement with law. The automatic delimitation of the PPA's was efficacious to map those areas' boundaries, making evident the exact size of ecosystems' environmental protection commended by the Brazilian Forest Code (BFC). The PPA's identification, making application of BFC viable, can minimize land use conflicts and avoid degradation of remaining forest fragments. When applied, the BFC provides, actually ecological corridors, creating an integrated

network of conserved areas and minimizing disturbs imposed to flora and fauna population by habitats' fragmentation.

## **1 - INTRODUÇÃO**

Definidas pelo Código Florestal Brasileiro e posteriormente, consideradas como reservas ecológicas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, as Áreas de Preservação Permanente (APP) apresentam grande fragilidade quanto a possíveis impactos ambientais. No entanto, observa-se um histórico de contínuo desrespeito a esses ecossistemas. O uso indevido das APP's e das reservas legais pelos produtores rurais deve-se, principalmente, ao desconhecimento e à dificuldade de interpretação das normas que caracterizam e regulam o uso dessas áreas (CALABRIA, 2004). Os órgãos florestais com poder de fiscalização muitas vezes se mostram incapazes de impor o cumprimento da legislação ambiental brasileira, combinando despreparo técnico e infra-estrutura inadequada.

A partir dessa constatação, como alternativa viável e essencial para conquista de práticas adequadas, destaca-se como grande aliado o planejamento ambiental, constituído por um processo flexível e dinâmico, baseado na descrição detalhada da área (PIRES et al., 1998) e, por conseqüência, dos seus aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos. Contudo, a falta de informações confiáveis e atualizadas sobre as condições do meio ambiente local tem representado um dos maiores entraves para o planejamento das ações do Poder Público e demais segmentos da sociedade, além de favorecer a degradação dos diferentes ecossistemas, devido ao desconhecimento e uso de estratégias inadequadas de manejo do solo, das águas e das florestas (TONIAL et al., 2000).

O uso inapropriado das terras é um tema atual e relevante, uma vez que muitas propriedades rurais apresentam algum tipo de uso conflitivo do solo. As soluções para

os problemas decorrentes de um modelo predatório de uso e ocupação da terra são urgentes e merecem toda a atenção que vêm recebendo.

Diante do exposto, a identificação e a delimitação de Áreas de Preservação Permanente urge o aprimoramento das técnicas e sistemas empregados. O uso de geotecnologias, entre as quais o Sensoriamento Remoto, que possibilita a aquisição de informações sinóticas sobre o uso atual da terra, e os Sistemas de Informações Geográficas, instrumentos consagrados de análise e modelagem do espaço geográfico, mostra-se bastante eficiente para a delimitação de APP's. Em um país de dimensões continentais como o Brasil, é imprescindível a representação e caracterização dessas áreas para que se possa promover o fiel cumprimento da lei e a implementação de ações voltadas para preservação e manutenção desses ambientes naturais.

O presente estudo teve como objetivos a espacialização das áreas de preservação permanente da sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado e a identificação e quantificação de eventuais conflitos de uso da terra, a partir da imagem digital do sensor ETM+/LANDSAT 7. O trabalho busca ainda, avaliar a hipótese de que a falta de conhecimento a respeito da espacialização das Áreas de Preservação Permanente é a principal causa do descumprimento da lei.

## **2 - REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 - ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE**

As relações entre a sociedade e a natureza desenvolvidas até o século XIX, vinculadas ao processo de produção capitalista, consideravam o homem e a natureza como pólos excludentes, tendo subjacente a concepção de uma natureza objeto, fonte ilimitada de recursos à disposição do homem. Com base nessa concepção, desenvolveram-se práticas, por meio de um processo de industrialização, onde o acúmulo de riquezas se realizava por meio da exploração extensiva dos recursos naturais (CUNHA e GUERRA, 2008).

O processo histórico de colonização e consolidação do território brasileiro pautou-se em um modelo de desenvolvimento predatório, despreocupado em prezar pela proteção do patrimônio natural. A expansão de áreas agrícolas e urbanas, a implementação de projetos industriais, a mineração, entre outras atividades antrópicas, promoveram a alteração da paisagem original, criando uma outra, dominada pela fragmentação florestal (SOARES et al., 1998) e pela degradação dos solos e recursos hídricos.

Nas últimas décadas teve início em muitos países, e também em vários estados brasileiros, a estruturação de órgãos ambientais e o estabelecimento de políticas públicas para o meio ambiente. Objetivando disciplinar e limitar as interferências antrópicas sobre o meio ambiente, o artigo 2º do Código Florestal Brasileiro – a Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 – contempla a criação das Áreas de Preservação Permanente (APP).

As APP's têm como função prescípua preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, a proteção do solo e assegurar o bem estar das populações humanas. Nessas áreas não se pode fazer a retirada da cobertura vegetal original, permitindo, assim, que ela possa exercer, em plenitude, suas funções ambientais (SOARES et al., 2002). A cobertura vegetal nesses ambientes minimizará os efeitos erosivos, a lixiviação de nutrientes do solo e o assoreamento dos corpos d'água, além de promover a estabilidade das comunidades florísticas e faunísticas e exercer papel fundamental na proteção dos recursos hídricos e edáficos.

Considerando a necessidade de regulamentação do artigo 2º do Código Florestal e que as Áreas de Preservação Permanente são instrumentos de relevante interesse ambiental e imprescindíveis ao desenvolvimento sustentável, objetivo das presentes e futuras gerações, entrou em vigor, no dia 13 de maio de 2002, a Resolução nº 303, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Essa resolução dispõe sobre parâmetros, definições e limites de APP's, estabelecendo a abrangência e a distribuição espacial das seguintes categorias: topos de morros e montanhas, compreendendo o seu terço superior; ao longo das linhas de cumeada, protegendo o terço superior das encostas; entorno das nascentes; margens de lagos e lagoas; ao longo dos cursos d'água, sendo a largura das zonas ripárias definida pela extensão de suas planícies de inundação; em terrenos íngremes, cujas declividades sejam iguais ou superiores a 100 %; nas bordas de tabuleiros e chapadas e em quaisquer áreas situadas acima de 1.800 m. São também, de preservação permanente, áreas ambientalmente sensíveis, e.g., manguezais, dunas, restingas, veredas, habitats de espécies ameaçadas de extinção e, em praias, nos locais de nidificação e reprodução de espécies.

Apesar de todos os esforços - políticos, administrativos e orçamentários - traduzidos em leis, decretos e outros atos normativos, para implementação da política pública de meio ambiente, o Estado ainda se depara com grandes desafios no que concerne à aplicação da legislação ambiental. Passadas mais de quatro décadas desde a promulgação do Código Florestal, ainda não se produziu até hoje qualquer demarcação oficial das Áreas de Preservação Permanente para o Brasil, o que impede o fiel cumprimento da lei (RIBEIRO, 2006).

A ocupação indiscriminada das APP's tem gerado vastas extensões com alto grau de degradação, comprometendo, seriamente, a qualidade de vida. Segundo Guerra e Cunha (1996), duas das principais causas de degradação ambiental, induzidas pelo homem, estão relacionadas à utilização de terras sem aptidão para as atividades agrícolas e, ou, pastoris e a ausência de práticas de preparo e manejo do solo adequadas às condições edafo-climáticas.

Embora a degradação das APP's esteja diretamente relacionada ao uso inadequado da terra, ela tem ocorrido, muitas vezes, devido às limitações operacionais e estruturais dos órgãos ambientais responsáveis pela demarcação dessas áreas (COSTA et al., 1996), bem como pela ausência de fiscalização e monitoramento. O estabelecimento dos dispositivos legais, como a Resolução nº 303 do CONAMA, a implantação de programas de educação ambiental informando à sociedade sobre a importância das APP's como forma essencial para se assegurar a qualidade da água e do bem-estar social e o desenvolvimento de metodologias adequadas para sua delimitação (OLIVEIRA, 2002), podem colaborar para a solução dos problemas relativos à preservação desses ambientes.

## **2.2 - ANÁLISE DO USO DA TERRA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS**

A bacia hidrográfica é definida como uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos superficiais para um único ponto de saída, seu exutório. É composta basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até originar um leito único na sua foz (TUCCI, 2004).

A bacia hidrográfica tem sido utilizada como uma unidade geomorfológica fundamental, porque suas características governam, no seu interior, todo o fluxo superficial da água. Assim, vem sendo considerada uma unidade territorial ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais (PISSARRA, 1998). Há uma unanimidade crescente entre pesquisadores (BORMANN e LIKENS, 1967; CHORLEY, 1969; SCHUMM, 1977; COOKE e DOORNKAMP, 1990; LIMA, 1996; LOMBARDI NETO et al., 1995; RESENDE et al., 1995; PIRES e SANTOS, 1995; FREITAS e KERR, 1996) para a



escolha da bacia hidrográfica como unidade metodológica natural de análise, estudo, planejamento e gerenciamento da paisagem, que torna possível reconhecer e estudar as interrelações existentes entre os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua esculpuração.

Os principais componentes das bacias hidrográficas – solo, água, vegetação e fauna – coexistem em permanente e dinâmica interação, respondendo às interferências naturais (intemperismo e modelagem da paisagem) e àquelas de natureza antrópica (uso/ocupação da paisagem), afetando os ecossistemas como um todo. Nesse sistema, os recursos hídricos são os melhores indicadores dos efeitos do desequilíbrio das interações entre os respectivos componentes. Por esse motivo, as bacias e sub-bacias hidrográficas vêm-se consolidando como compartimentos geográficos coerentes para o planejamento integrado do uso e da ocupação dos espaços rurais e urbanos, tendo em vista o desenvolvimento sustentado no qual se compatibilizam atividades econômicas com qualidade ambiental (SOUZA e FERNANDES, 2000).

Enquanto unidades naturais, as bacias hidrográficas apresentam alterações paisagísticas decorrentes da diversidade registrada na ocupação e manejo da terra. A especulação imobiliária, o desenvolvimento do turismo, o crescimento desordenado de núcleos populacionais e a incorporação de terras para fins agrícolas, procedimentos generalizados nos últimos anos em escala global, vêm provocando fortes impactos socioambientais, artificializando paisagens naturais, provocando perdas na higidez ambiental e influenciando no equilíbrio ecológico (RODRIGUES e CARVALHO, 1995). A severidade e a dispersão geográfica das conversões de áreas florestadas para atividades agropecuárias vêm suscitando uma preocupação em nível mundial com a preservação da diversidade ecológica remanescente, levando a um aumento tanto no número de agências quanto no de tecnologias voltadas para o monitoramento dessas mudanças (BANCO MUNDIAL, 2003).

Nesse sentido, os Sistemas de Informações Geográficas apresentam-se como uma tecnologia promissora, disponibilizando diversos recursos para uma modelagem numérica do relevo bastante acurada (TRIBE, 1992), bem como procedimentos automatizados para a obtenção das suas características fisiográficas. Dentre as vantagens de se adotarem abordagens automatizadas para tais processos, destacam-

se a confiabilidade e a reprodutibilidade dos resultados, que podem então ser organizados e facilmente acessados sob a forma de bases de dados digitais (SAUNDERS, 1999).

### **2.3 - DELIMITAÇÃO DE APP'S E IDENTIFICAÇÃO DOS CONFLITOS DE USO DA TERRA**

As Áreas de Preservação Permanente são uma proteção do meio ambiente, assegurando-lhe perpetuidade e contribuindo notadamente para o bem-estar das populações. No entanto, a imposição legal dessas áreas espacialmente complexas tem sido dificultada pela inabilidade de se determinarem seus limites físicos para um país de grande extensão territorial como o Brasil (RIBEIRO, 2007). A inexistência da demarcação oficial das APP's inviabiliza a efetiva fiscalização ambiental e estimula a desobediência às leis vigentes.

Nesse contexto, as metodologias passíveis de serem implementadas por meio do geoprocessamento tornam-se alternativas viáveis para se reduzir, de maneira significativa, as deficiências relativas ao cumprimento da legislação. O geoprocessamento engloba um conjunto de técnicas destinadas à coleta e tratamento de informações espaciais, destacando-se, entre outras técnicas: os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e o Sensoriamento Remoto (SR) (GOODCHILD, 1986). A eficiência e a confiabilidade advindas do uso dessas tecnologias para o processamento e a análise de grandes volumes de dados espaciais tornam essas técnicas fundamentais para análise, monitoramento e modelagem das práticas de manejo (LACHOWSKI et al., 1994; OLIVER, 1992), auxiliando de maneira decisiva as pesquisas acerca da adequação do uso da terra (AULICINO et al., 2000; COSTA et al., 1996).

Para Nascimento et al. (2005), o monitoramento das APP's tem sido um grande desafio sob os aspectos técnico e econômico, pois os critérios de delimitação com base na topografia exigem o envolvimento de profissionais especializados e de informações detalhadas da unidade espacial em análise. A delimitação alicerçada em métodos analógicos, em que predomina a interpretação visual, é subjetiva, eminentemente

bidimensional, estando condicionada a experiência do analista e sendo passível de contestação (HOOT et al. 2005). Entretanto, com o desenvolvimento de sofisticados algoritmos e a sua incorporação ao conjunto de funções dos Sistemas de Informações Geográficas, tem sido possível o processamento rápido e eficiente dos dados necessários para caracterização das variáveis morfométricas do terreno, essenciais para análise das intervenções antrópicas em bacias hidrográficas (OLIVEIRA, 2002).

Os dados da SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) resultam de uma missão espacial conjunta realizada pela NASA (National Aeronautics and Space Administration - EUA), NIMA (National Imagery and Mapping Agency - EUA), DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt - Alemanha) e ASI (Agencia Spaziale Italiana), com o intuito de se gerar um modelo digital de elevação (MDE) da Terra usando a técnica da interferometria por radar. A recente disponibilização gratuita pela NASA desses dados para todo o continente americano, aliada à tecnologia de geração de modelos digitais de elevação hidrograficamente condicionados (MDEHC), viabilizam a delimitação automática das Áreas de Preservação Permanente para todo o território brasileiro (RIBEIRO, 2005). O mapeamento dos limites dessas áreas é essencial para que o Código Florestal seja cumprido e haja diminuição do desmatamento e do uso inadequado da terra nas áreas relativas à preservação permanente.

Vários trabalhos têm sido conduzidos, envolvendo a delimitação de bacias hidrográficas e, mais recentemente, de suas APP's. A maioria dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) hoje disponíveis no mercado traz ferramentas que possibilitam executar automaticamente essas tarefas com rapidez e confiabilidade (SERIGATTO, 2006). Os resultados do estudo pioneiro conduzido por Ribeiro et al. (2005), contribuíram de forma decisiva para se demonstrar a viabilidade técnica de se fazer cumprir o Código Florestal Brasileiro, no que se refere à delimitação de APP's. O estudo foi conduzido em uma microbacia com área de 212 ha localizada no município de Viçosa, Estado de Minas Gerais. Foram identificadas cinco categorias de APP's: entorno das nascentes (70 ha), terço superior das encostas (55 ha), matas ciliares (30 ha), áreas declivosas (2 ha) e topos de morros (0,28 ha). As APP's ocuparam cerca de 58 % da área total dessa microbacia e concentraram-se principalmente no entorno das nascentes (33 %) e no terço superior das encostas (26 %).

Com o objetivo de delimitar de maneira automática as Áreas de Preservação Permanente e identificar a ocorrência de conflito de uso da terra, Nascimento et al. 2005, realizaram um estudo na bacia hidrográfica do rio Alegre, Estado do Espírito Santo, utilizando a mesma metodologia. Para o trabalho, utilizou-se o Mapa de Uso da Terra correspondente à área de estudo, gerado a partir da classificação visual da imagem IKONOS, obtida em dezembro de 2002, e as bases cartográficas planialtimétricas do IBGE em formato digital, na escala de 1:50.000. As APP's foram delimitadas de acordo com Resolução do CONAMA nº 303/02. Os resultados mostraram que as categorias de APP's ocupavam 9.567 ha (46 %), de um total de 20.820 ha da área da bacia. Do total das APP's mapeadas, cerca de 78 % encontrava-se sob uso indevido, com predomínio das classes cafezal e pastagem.

## **3 - MATERIAL E MÉTODOS**

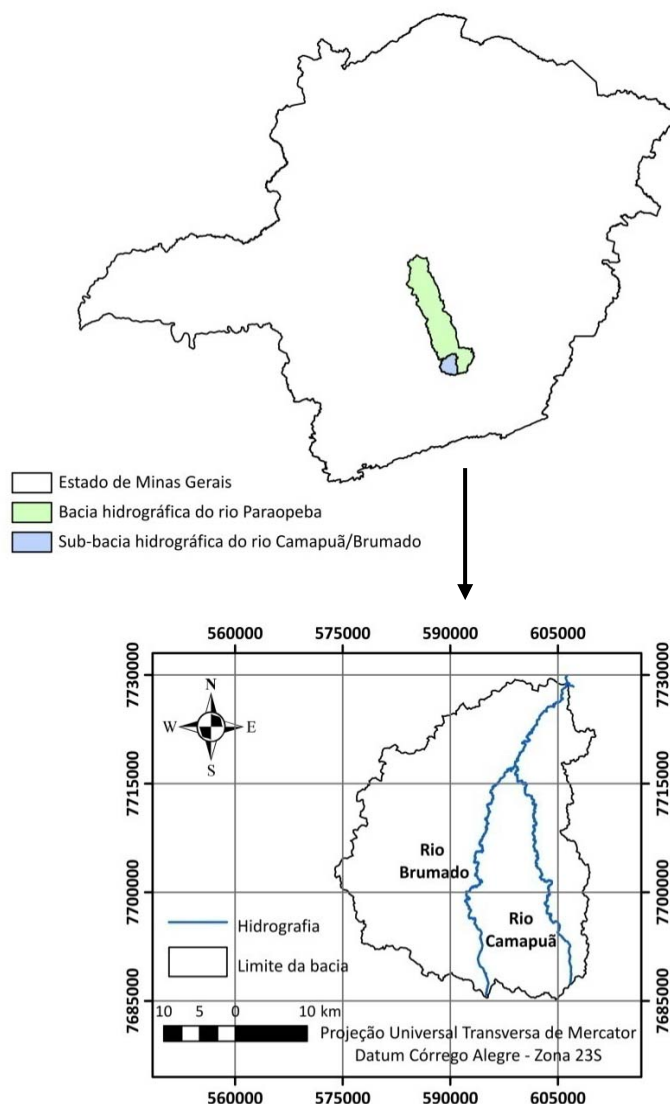
### **3.1 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

#### **3.1.1 LOCALIZAÇÃO**

A sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado totaliza 110.711,9 ha na região do Alto Paraopeba, no Estado de Minas Gerais (Figura 1). Está localizada entre as coordenadas 7.732.808 m e 7.683.662 m na direção norte-sul e 611.383 m e 572.329 m na direção leste-oeste do sistema de projeção cartográfica UTM, Fuso 23, Meridiano Central -45°, Datum Córrego Alegre.

É formada pelos córregos Gambá, Taquaral, Dois Córregos, Salto e São Miguel, pelo ribeirão Cuiabá de Cima e pelos rios Brumado, Grande e Camapuã (Figura 2). Na bacia estão localizadas as sedes dos municípios de Entre Rios de Minas, Jeceaba e São Brás do Suaçuí, além de parte dos municípios de Casa Grande, Desterro de Entre Rios, Lagoa Dourada e Resende Costa.

O presente estudo integra o Projeto de Revitalização da Bacia de Contribuição da Hidrelétrica de Três Marias (RIBEIRO, 2006). A área analisada engloba as cabeceiras da bacia do Rio Paraopeba, constituindo uma importante região para preservação das nascentes e, conseqüente, para a manutenção da qualidade e quantidade de água da bacia.



**Figura 1.** Localização da sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais.

### 3.1.2 CARACTERIZAÇÃO

#### 3.1.2.1 CLIMA

A área de estudo está inserida em zona de clima classificado como mesotérmico brando, compreendendo as superfícies mais elevadas do sul de Minas Gerais, com altitudes superiores a 1.000 m (VALLOUREC e SUMITOMO TUBOS DO BRASIL, 2007). O regime pluviométrico é caracterizado por um verão chuvoso que se estende de outubro a março e estação seca de abril a setembro. A precipitação média anual é de 1.236 mm (SILVA JÚNIOR, 1984).



**Figura 2.** Rio Camapuã, município de Entre Rios de Minas, Minas Gerais.  
Fonte: [www.aguasdoparaopeba.org.br](http://www.aguasdoparaopeba.org.br)

### **3.1.2.2 VEGETAÇÃO**

A sub-bacia do rio Camapuã/Brumado insere-se em uma região de transição entre dois domínios vegetacionais: Mata Atlântica e Cerrado (IBGE, 2004). Segundo Rizzini (1997), os limites da Mata Atlântica em Minas Gerais englobam as regiões com ocorrência de Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial Montana e Floresta de Araucária), Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Pluvial Baixo Montana) e áreas de Tensão Ecológica (Contato/Enclave).

Na área de estudo prevalece como principal formação vegetal o Cerrado. Esta vegetação é caracterizada por tipos fisionômicos que variam desde as formas campestres bem abertas, como os campos limpos de cerrado, até as formas relativamente densas, florestais, como os cerradões. Entre esses dois extremos fisionômicos, vamos encontrar toda uma gama de formas intermediárias, com fisionomia de savana, como os campos sujos, os campos cerrados e os cerrados *sensu stricto* (COUTINHO, 2002).

Encontram-se também na área de estudo fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. As florestas estacionais incluem formações florestais caracterizadas por diversos níveis de caducifolia durante a estação seca (NASCIMENTO et al., 2004). No caso das Florestas Semidecíduais, a porcentagem de árvores caducifólias no conjunto florestal situa-se em torno de 20 % a 50 % na época desfavorável (VELOSO, 1992).

Em decorrência de interferências antrópicas na sub-bacia hidrográfica em estudo, essa formação vegetal encontra-se em diferentes estágios sucessionais, mais comumente sob a forma de capoeiras e capoeirões. Segundo Oliveira Filho et al. (1994), os remanescentes de vegetação da região centro sul-mineira encontram-se na sua maioria bastante perturbados pelo fogo, pela pecuária extensiva ou pela retirada de madeira. As Florestas Semidecíduas, em particular, foram criticamente reduzidas, uma vez que sua ocorrência coincide com solos mais férteis e úmidos, e, portanto, mais visados pela agropecuária.

### **3.1.2.3 ASPECTOS GEOLÓGICOS**

A área de estudo situa-se ao sul da borda sul do cráton São Francisco Meridional, onde se insere o Quadrilátero Ferrífero, que foi palco de vários eventos geodinâmicos durante o Arqueano e o Proterozóico. Estes processos foram marcados pela manifestação de intensa atividade de deformação, retrabalhamento e acreção crustal (TEIXEIRA et al., 1996 apud SÁ et al.). Em toda área sob enfoque encontra-se batólito granítico Alto Maranhão, com idade de 2.110 Ma (ENDO e MACHADO, 2002), indicando sua intrusão sintectônica durante o ciclo Transamazônico. Trata-se de um biotita-granito a granodiorito, de granulação grosseira, apresentando intrusões de rochas básicas em diques e corpos disformes. Sobre o granito se desenvolvem os cambissolos, constituindo uma camada de solo siltosa de cor rosada. As rochas básicas originam solos em tons vermelhos a amarelados de composição mais argilosa, estando relacionadas, na área de estudo, aos latossolos vermelho-amarelos profundos (VALLOUREC e SUMITOMO TUBOS DO BRASIL, 2007).

### **3.1.2.4 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS**



A sub-bacia do rio Camapuã/Brumado situa-se na unidade geomorfológica denominada como Planalto Dissecado, localizado na porção centro-sul de Minas Gerais, em uma faixa próxima ao bordo sudoeste das escarpas abruptas que delimitam o Quadrilátero Ferrífero. A característica dominante desta unidade é a relativa homogeneidade das feições esculpidas no relevo pelos processos de dissecação fluvial sobre as rochas graníticas. O relevo é suave ondulado com morros de topos arredondados e vertentes predominantemente convexas, onde as cotas máximas situam-se na faixa de 950 a 1.000 m (VALLOUREC e SUMITOMO TUBOS DO BRASIL, 2007).

### 3.2 - BASE DE DADOS, EQUIPAMENTOS E SOFTWARES UTILIZADOS

Para realização deste estudo foi utilizada uma imagem digital do sensor ETM+/LANDSAT 7, com resolução espacial de 30 m, obtida no ano de 2002.

Para a geração do modelo digital de elevação hidrograficamente condicionado, utilizaram-se as bases cartográficas planialtimétricas em formato digital na escala de 1:50.000 do IBGE, contendo hidrografia e curvas de nível com equidistância de 20 m. O tratamento e análise dos dados foram realizados utilizando-se os softwares Anudem versão 5.2, Erdas Imagine versão 9.2 e ArcGIS versão 9.3, destacando-se os módulos ArcMap e ArcInfo Workstation (ESRI, 2008).

### 3.3 - MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA

Para geração do mapa de uso e ocupação da terra realizou-se a classificação supervisionada da imagem LANDSAT 7, usando as bandas 2 (0.52-0.60  $\mu\text{m}$ ), 3 (0.63-0.69  $\mu\text{m}$ ) e 4 (0.76-0.90  $\mu\text{m}$ ) e o algoritmo de classificação da máxima verossimilhança. Com a finalidade de verificar a confiabilidade do mapa gerado, foi realizada uma avaliação da exatidão por meio do índice Kappa, conforme a equação abaixo:

$$\hat{K} = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_i + *x+i)}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_i + *x+i)}$$

Onde:  $\hat{K}$  = Índice de exatidão Kappa

r = número de linhas na matriz

xii = número de observações na linha[i] e coluna[i]

xi + e x + i = totais marginais da linha[i] e coluna[i], respectivamente.

N = número total de observações

### **3.4 - DESENVOLVIMENTO DO MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO HIDROGRAFICAMENTE CONDICIONADO (MDEHC)**

Os dados de elevação do terreno usados na geração do respectivo MDEHC foram extraídos da base cartográfica planialtimétrica em formato digital na escala de 1:50.000 do IBGE. Visando garantir que os divisores de água da sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado estivessem corretamente representados no MDEHC a ser criado, definiu-se uma margem de 10 km em torno da sua malha hidrográfica vetorial. O MDEHC foi criado com uma resolução geométrica de 5 m.

A geração de um modelo digital de elevação hidrograficamente condicionado usa a malha hidrográfica durante o processo de interpolação dos dados de altimetria para melhorar a definição do relevo ao longo das calhas dos rios. Para tanto, a conectividade de todos os arcos da hidrografia e a sua orientação no sentido do escoamento foram impostas. A criação do MDEHC foi feita com o uso do interpolador Anudem versão 5.2, estipulando-se o valor de 5 m para a sua resolução geométrica. Em seguida, efetuou-se o refinamento do modelo segundo a metodologia de Ribeiro et al. (2005).

A delimitação da área de drenagem da sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado foi feita com o comando Watershed do módulo *Spatial Analyst* do ArcGIS, que requer como dados de entrada a grade de direções de escoamento e o

ponto associado à foz da bacia. O limite da bacia, assim obtido, foi então usado para recortar os dados originais.

### **3.5 - DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE COM BASE NA RESOLUÇÃO N° 303/02 DO CONAMA**

Conforme o disposto nos artigos 2º e 3º da Resolução nº 303/02 do CONAMA, foram delimitadas as seguintes categorias de APP's, segundo a metodologia para delimitação automática desenvolvida por Ribeiro et al. (2002, 2005):

- 1) terço superior dos morros (APP-1),
- 2) entorno das nascentes e suas áreas de contribuição (APP-2),
- 3) faixa marginal ao longo dos cursos d'água (APP-3),
- 4) terço superior da bacia e ao longo das linhas de cumeada (APP-4),
- 5) encostas com declividades superiores a 45º (APP-5).

#### **3.5.1 DELIMITAÇÃO DAS APP'S NO TERÇO SUPERIOR DE MORROS**

A delimitação das APP's no terço superior dos morros e montanhas (APP-1) foi feita a partir da identificação da base e do topo de cada elevação, respeitados os limites de declividade mínima de 30 % para suas encostas quando suas alturas estiverem entre 50 m e 300 m, agrupando-se aqueles cujos topos situem-se a uma distância de até 500 m.

Para delimitação desta categoria de APP's, procedeu-se à inversão do relevo, tendo-se eliminado as células da hidrografia para garantir que as depressões situadas

sobre estas não fossem identificadas. Após a inversão do MDEHC, as depressões foram identificadas como os topos dos morros e montanhas e o perímetro da bacia de contribuição drenada por uma depressão como a base da elevação.

Identificando-se os valores de altitude das células do MDHEC que equivalem à base e ao topo da elevação, foi então possível determinar a altura de cada morro e montanha.

### **3.5.2 DELIMITAÇÃO DAS APP'S NO ENTORNO DAS NASCENTES**

O artigo 3º da Resolução do CONAMA 303/02 estabelece, como Área de Preservação Permanente, a área situada:

II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de 50 m de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte.

A delimitação das APP's situadas no entorno das nascentes (APP-2) foi obtida delimitando-se um círculo com raio de 50 m ao redor das nascentes, superpondo-o às respectivas áreas de contribuição.

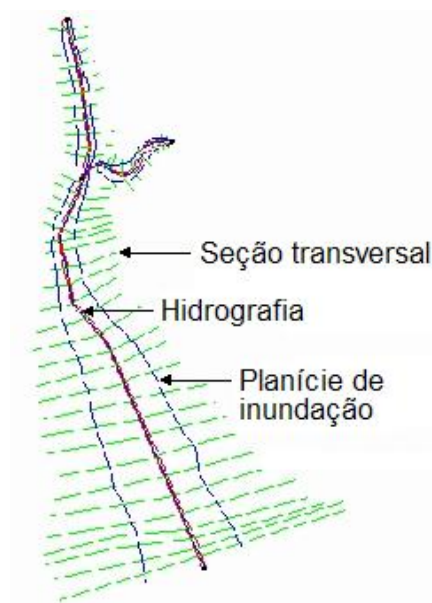
### **3.5.3 DELIMITAÇÃO DAS APP'S AO LONGO DOS CURSOS D'ÁGUA**

O primeiro passo para se determinar a extensão de uma zona de proteção ripária é definir os limites da sua planície de inundação. Tradicionalmente, a delimitação da planície de inundação é feita em um ambiente vetorial, com base no perfil do relevo obtido em seções transversais adequadamente distribuídas ao longo da hidrografia (ACKERMAN et al., 2000). O processo de se determinar os limites da planície de inundação decorrente de uma dada precipitação pode ser assim resumido:

- 1) Inicialmente há que se obter o acréscimo ( $\Delta Z$ ) no nível normal da lâmina d'água em cada uma das seções transversais, no ponto em que estas interceptam a hidrografia.
- 2) Para cada seção transversal, identificam-se todos os pontos cujas altitudes sejam iguais ou menores que a altitude do rio acrescida do deslocamento vertical  $\Delta Z$ .

- 3) Em seguida, identifica-se, para cada seção transversal, o segmento associado a esses pontos. Cada um desses segmentos representará a largura da planície de inundação naquele ponto da hidrografia.
- 4) Finalmente conectam-se, com uma linha, os pontos extremos de cada um dos segmentos, obtendo-se, assim, o limite da planície de inundação para cada margem da hidrografia.

A Figura 3 ilustra o resultado desse processo vetorial para uma situação hipotética.



**Figura 3.** Identificação da planície de inundação a partir de seções transversais estabelecidas ao longo da rede hidrográfica.  
Fonte: DODSON e LI (2000).

O comprimento de cada seção transversal deve ser estabelecido de forma a interceptar o respectivo divisor de águas daquele trecho da hidrografia. A adoção de um espaçamento fixo poderá levar à superamostragem de segmentos longos da hidrografia e à subamostragem de segmentos curtos (DODSON e LI, 2000). Assim, para se evitar tais situações, cada segmento da hidrografia deverá ter o mesmo número de seções. Torna-se conveniente gerar, automaticamente, um conjunto de seções transversais para toda a rede hidrográfica. Os valores de altimetria ao longo de cada seção transversal são extraídos a partir do respectivo modelo digital de elevação. Dependendo do software utilizado, a informação de altimetria poderá ser armazenada

implicitamente na própria estrutura de dados (e.g., geodatabase, shapefile) ou então, na respectiva tabela de atributos (e.g., coverages). O estabelecimento dos perfis do relevo para cada seção transversal é feito uma única vez para a bacia analisada. Daí em diante, essa estrutura de informações poderá ser usada para diversas simulações de cheias, sendo o referencial para o mapeamento das respectivas planícies de inundação.

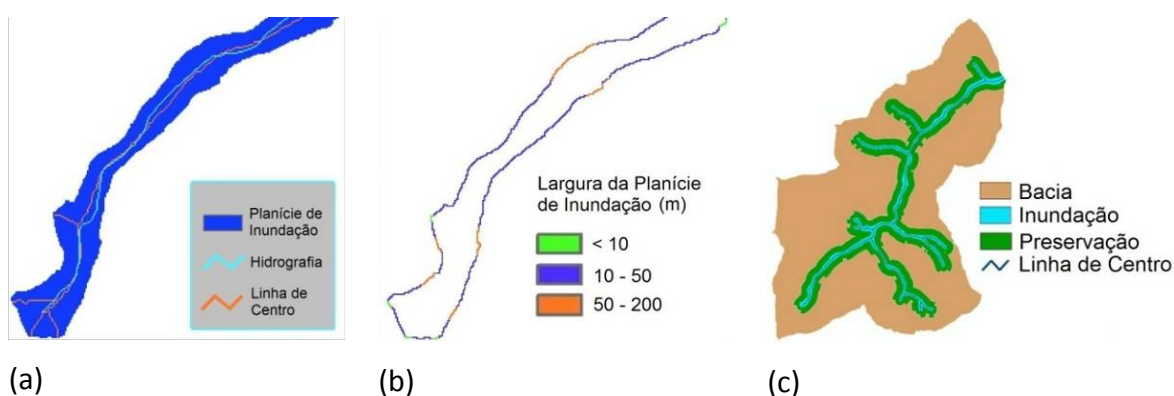
Para o presente estudo, os valores das cotas de cheia para cada célula da hidrografia foram obtidos por interpolação linear entre a cota máxima de inundação na foz da sub-bacia e as cotas máximas de inundação nas nascentes, adotando-se como variável independente a área de drenagem à montante de cada célula da hidrografia. Uma vez obtida a planície de inundação, a delimitação das Áreas de Preservação Permanente ao longo da rede hidrográfica requer os seguintes procedimentos:

- 1) Derivação da linha de centro associada à planície de inundação;
- 2) Criação de um grid contendo a distância de cada célula da borda da planície de inundação à linha de centro;
- 3) Reclassificação dos valores da largura da planície, de acordo com a Resolução 303/02 do Conama, apresentados na Tabela 1 - ou com a legislação estadual, quando essa for mais rigorosa – dando origem a um grid contendo, para cada célula da borda da planície de inundação, a largura da faixa de proteção marginal naquele ponto;
- 4) Conversão do grid de valores das larguras das zonas ripárias de proteção para um conjunto de pontos contendo, em sua tabela de atributos, os valores dessas larguras;
- 5) Criação de um conjunto de círculos com origens nos pontos situados ao longo das bordas da planície e cujos raios sejam iguais à respectiva largura da faixa de proteção (isso é facilmente obtido usando-se, no ArcGIS, o comando BUFFER com a opção DISSOLVE para eliminar os limites das regiões de sobreposição dos polígonos);
- 6) Rasterização desse novo conjunto de polígonos;
- 7) Finalmente, criação do grid identificando as APP's ao longo dos cursos d'água, sobrepondo-se o grid gerado no passo anterior com o grid da planície de inundação.

**Tabela 1.** Largura das Áreas de Preservação Permanente ao longo da hidrografia.

Largura da planície de inundação do curso d'água (m)	Largura mínima da faixa de proteção ripária (m)
< 10	30
10..50	50
50..200	100
200..600	200
> 600	500

Essa metodologia poderá ser aplicada a qualquer planície de inundação, independentemente do processo utilizado para a sua delimitação, conforme ilustra a Figura 4.



**Figura 4.** (a) Comparação entre o traçado da hidrografia e a linha de centro da sua planície de inundação; (b) larguras das zonas de proteção em função da largura da planície de inundação; (c) delineamento das zonas ripárias de proteção ao longo da planície de inundação.

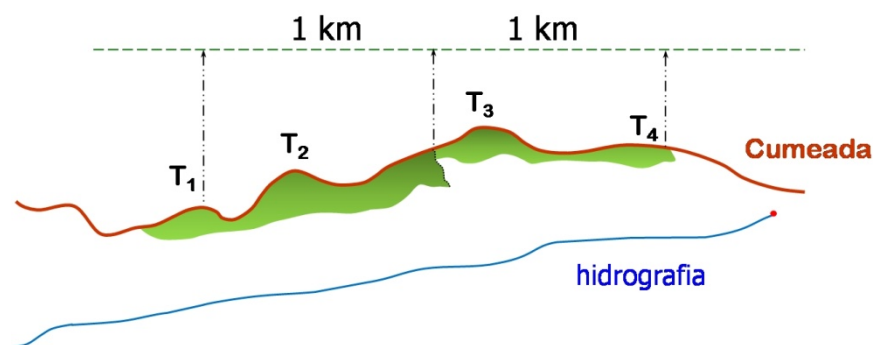
Fonte: RIBEIRO et al. (2007)

### 3.5.4 DELIMITAÇÃO DAS APP'S AO LONGO DAS LINHAS DE CUMEADA E NO TERÇO SUPERIOR DAS BACIAS

As linhas de cumeada são representadas pela linha que une os pontos mais altos de uma seqüência de morros ou de montanhas, constituindo-se no divisor de águas. De acordo com Ribeiro et al. (2005), a determinação das APP's nas linhas de

cumeadas tem por base a bacia contribuinte de cada segmento da hidrografia. Entende-se por segmento o trecho da hidrografia compreendido entre uma nascente e uma confluência, entre duas confluências sucessivas ou, ainda, entre uma confluência e a foz da malha hidrográfica. Para mapear o terço superior de uma encosta é imprescindível a adoção de duas referências: uma superior (o divisor de águas) e outra inferior (a base do morro ou o curso d'água mais próximo).

O processo inicia-se com a identificação do morro com o cume de menor altitude. Em seguida, identifica-se a altura desse morro e calcula-se a cota da curva de nível associada ao seu terço superior. Divide-se agora a linha de cumeada em segmentos de 1 km, tendo por origem o cume mais baixo. Para cada um desses segmentos, a cota do terço superior da encosta é recalculada. O procedimento é executado para todos os divisores d'água da área de estudos, obtendo-se, ao final, um grid com as áreas de proteção ao longo das linhas de cumeada, conforme exemplificado na Figura 5.



**Figura 5.** Áreas de Preservação Permanente ao longo das linhas de cumeada.  
Fonte: RIBEIRO et al. (2007)

### **3.6 - ANÁLISE DE CONFLITO DE USO DA TERRA NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE**

Na identificação e análise do conflito de uso nas áreas destinadas à preservação permanente foi utilizado o mapa temático de uso e ocupação da terra e das categorias de APP's. O mapeamento e a quantificação dos conflitos de uso da terra em Áreas de



Preservação Permanente foram realizados usando-se álgebra de mapas. Os procedimentos foram executados no módulo *Spatial Analyst* do ArcGIS.

## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - USO E OCUPAÇÃO DA TERRA

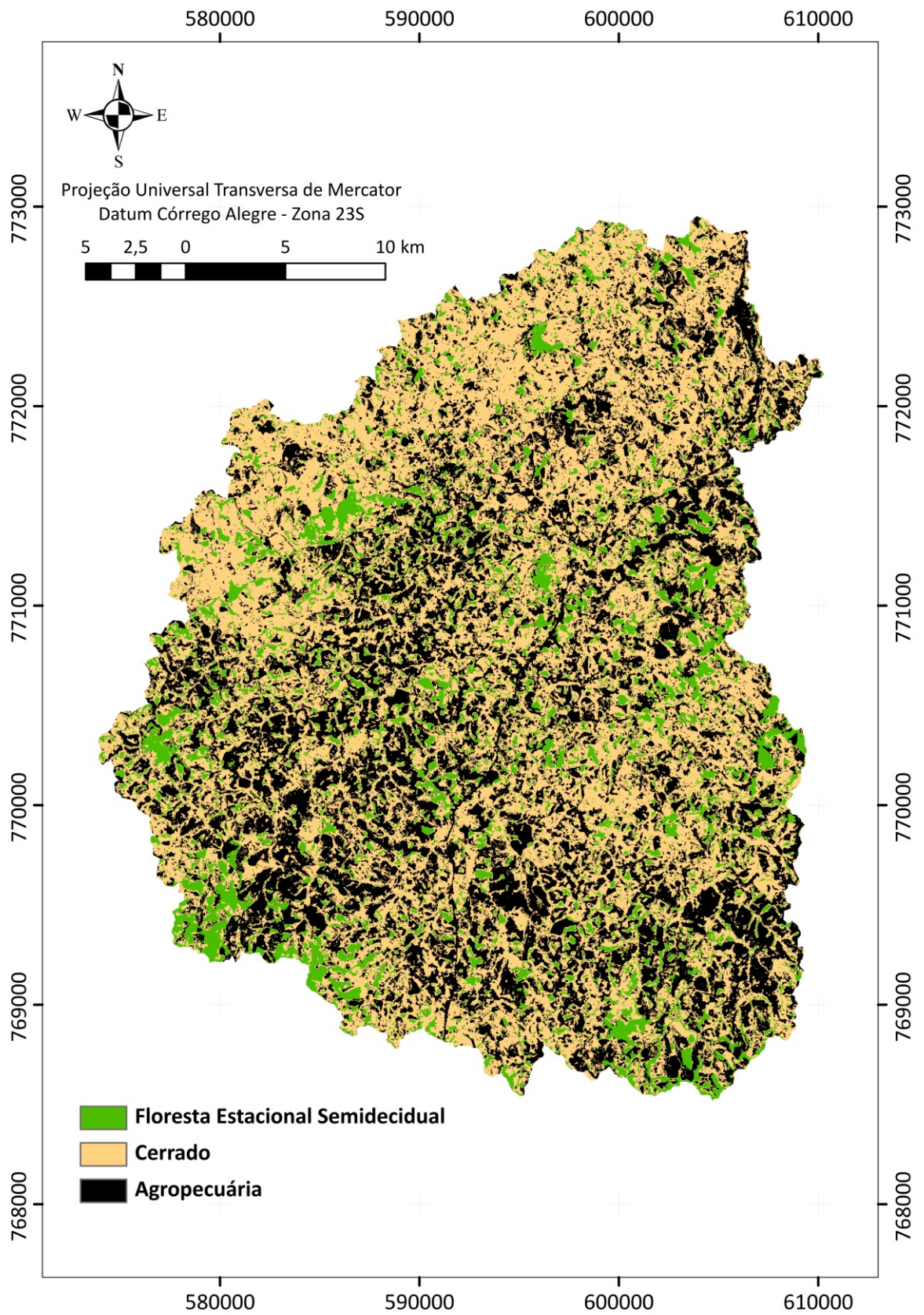
A classificação supervisionada da imagem do sensor ETM+/LANDSAT 7 permitiu o mapeamento de 3 classes de uso e ocupação da terra: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Agropecuária (Figura 6).

Para avaliar a imagem classificada utilizou-se o índice Kappa, que considera a proporção de amostras corretamente classificadas correspondentes à razão entre a soma da diagonal principal da matriz de erros (amostras corretamente classificadas) e a soma de todos os elementos desta matriz (número total da amostra), tendo como referência o número total de classes (ROSENFELD e FITZPATRICK-LINS, 1986). O índice Kappa calculado foi igual a 0,64. O valor encontrado é considerado muito bom ( $0,6 \leq K \leq 0,8$ ) (FOODY, 1992) e indica um resultado satisfatório para a classificação da imagem.

Na Tabela 2 são descritas as classes de uso e ocupação da terra na sub-bacia estudada.

**Tabela 2.** Descrição do uso e ocupação da terra na sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais.

Classes de uso da terra	Área Total (ha)	%
Floresta Estacional Semidecidual	13.634,4	12,3
Cerrado	58.255,6	52,6
Agropecuária	38.821,9	35,1
<b>Total</b>	<b>110.711,9</b>	<b>100,0</b>



**Figura 6.** Mapa de uso e ocupação da terra da sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais.

## 4.2 - ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DELIMITADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAMAPUÃ/BRUMADO

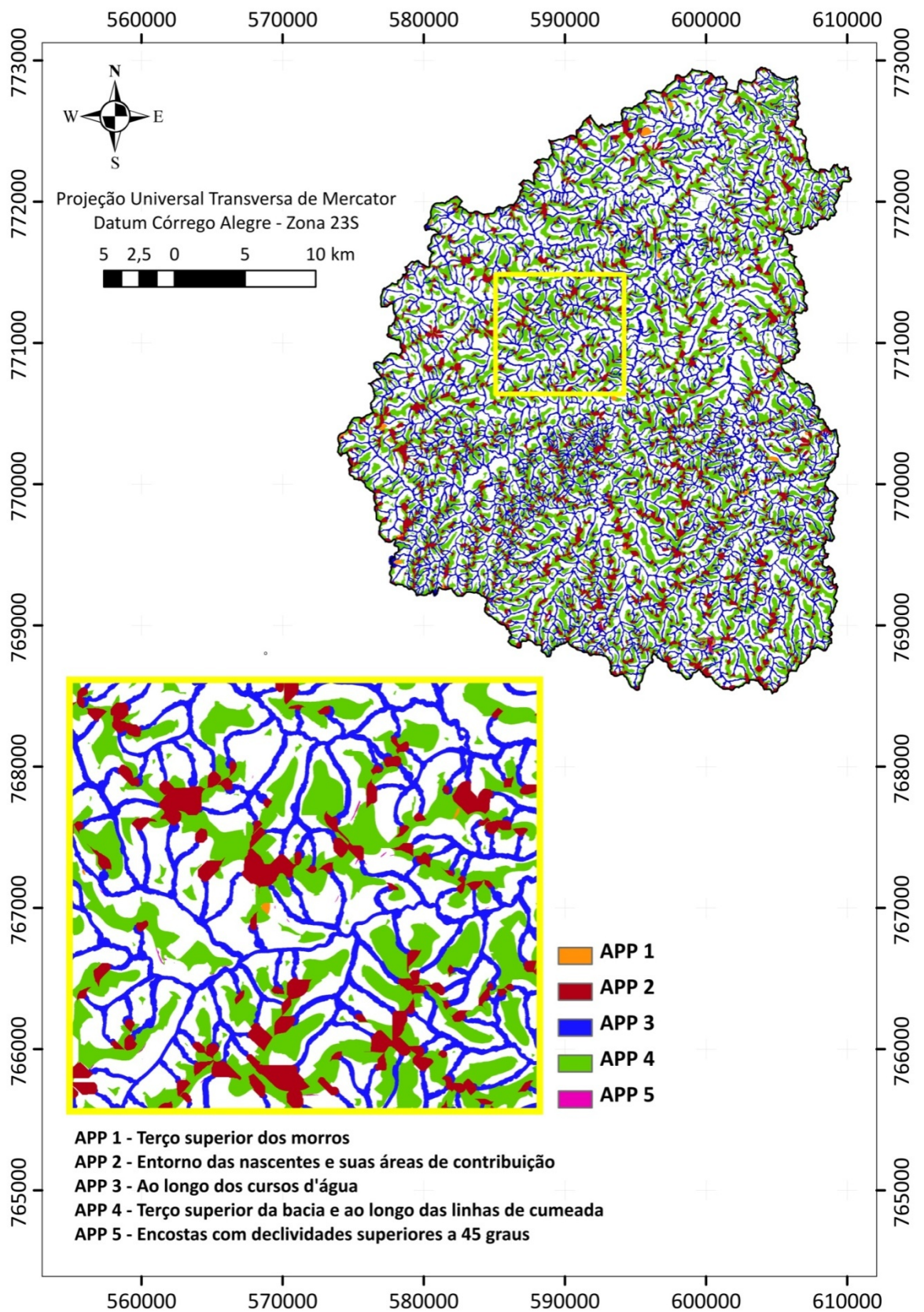
A sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado possui área de 110.711,9 ha, onde 63.095,0 ha (57,0 %) são classificados como Áreas de Preservação Permanente, tendo como referência legal a Resolução nº 303 do CONAMA (Anexo 1). A metodologia para delimitação automática das Áreas de Preservação Permanente permitiu a espacialização das categorias situadas no terço superior dos morros (APP-1), entorno das nascentes e suas áreas de contribuição (APP-2), na faixa marginal ao longo dos cursos d'água (APP-3), no terço superior da bacia e ao longo das linhas de cumeada (APP-4) e nas encostas com declividades superiores a 45° (APP-5), conforme apresentado na Figura 7.

A categoria com maior representação na área de estudo corresponde ao terço superior da bacia e ao longo das linhas de cumeada, somando aproximadamente metade (52,6 %) das áreas legalmente protegidas. As áreas com declividades superiores a 45° apresentaram a menor participação dentre as categorias mapeadas, apenas 0,1 % do total de APP's (Tabela 3).

**Tabela 3.** Áreas das categorias de APP's delimitadas da sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais.

Categorias de APP's	Área Total (ha)	%
Terço superior de morros	217,0	0,3
Nascentes e suas áreas de contribuição	11.777,1	15,6
Ao longo dos cursos d'água	23.685,9	31,4
Terço superior da bacia e ao longo das linhas de cumeada	39.624,5	52,6
Declividades superiores a 45°	98,1	0,1
<b>Total</b>	<b>75.402,7</b>	<b>100,0</b>





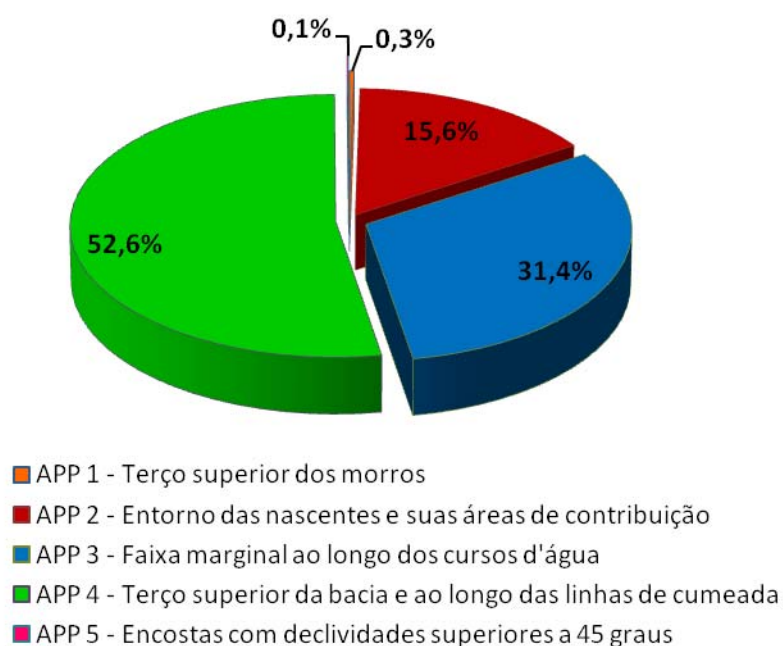
**Figura 7.** Categorias de APP's delimitadas na sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais.

Por meio da análise da Tabela 3, nota-se que o valor da área total das categorias de APP's mapeadas (75.402,7 ha), difere em 12.307,7 ha da área coberta por APP's nessa sub-bacia (63.095,0 ha). Essa diferença refere-se a áreas onde há sobreposição das categorias de APP's, que ocorre principalmente entre as APP's localizadas no terço superior da bacia e ao longo das linhas de cumeada, nas nascentes e suas áreas de contribuição e ao longo dos cursos d'água. Essa conexão natural proporciona a formação de corredores ecológicos, criando uma rede de áreas conservadas em comunicação. Os corredores ecológicos constituem-se em um meio eficiente de minimizar os efeitos deletérios impostos às populações da fauna e flora pela fragmentação de habitats.

Com base na delimitação das APP's da sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, constata-se que a efetiva proteção das Áreas de Preservação Permanente proporcionada pelo fiel cumprimento ao Código Florestal Brasileiro é suficiente para que haja a formação de corredores ecológicos entre os fragmentos florestais remanescentes.

Esses remanescentes desempenham papel fundamental na manutenção da biodiversidade. A adoção do modelo de corredores ecológicos, como medida mitigadora aos impactos advindos da fragmentação, é uma estratégia viável para preservação desses recursos naturais.

Do total das Áreas de Preservação Permanente, 52,6 % consistem em áreas situadas no terço superior da bacia, 31,4 % ao longo dos cursos d'água e 15,6% nas nascentes e suas respectivas áreas de contribuição. Apenas 0,4 % das áreas protegidas estão localizadas no terço superior dos morros e em áreas com declividades superiores a 45° (Figura 8).



**Figura 8.** Quantificação das categorias de APP's na sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais.

As categorias de APP's mapeadas somam 63.095,0 ha, e desse total, 65,2 % (41.155,7 ha) estão efetivamente protegidas por formações florestais e savânicas dos domínios vegetacionais Floresta Atlântica (Floresta Estacional Semidecidual) e Cerrado. Das APP's que estão conservadas, 42,55 % são constituídas de áreas situadas no terço superior da bacia e ao longo das linhas de cumeada, 39,44 % ao longo dos cursos d'água, 17,51 % nas nascentes e suas áreas de contribuição e apenas 0,19 % no terço superior de morros e em áreas com declividades superiores a 45°. Nessa análise, para o cálculo da contribuição de cada categoria de APP nas áreas com sobreposição, adotou-se a seguinte ordem de prioridade: 1. APP's localizadas nas nascentes e suas áreas de contribuição, 2. ao longo dos cursos d'água, 3. no terço superior da bacia e ao longo das linhas de cumeada, 4. no terço superior de morros, e 5. áreas com declividades superiores a 45°.

O percentual de APP's para sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado está coerente com os valores encontrados por outros autores em diversos estudos a respeito da espacialização de Áreas de Preservação Permanente. Nascimento et al.

(2005), mapeando as APP's da bacia hidrográfica do rio Alegre, Espírito Santo, concluíram que 46 % da área da bacia deveria ser legalmente protegida. Em estudo semelhante, desenvolvido por Oliveira (2002) na microbacia do Paraíso, município de Viçosa, Minas Gerais, quantificou-se 52 % da área como Áreas de Preservação Permanente.

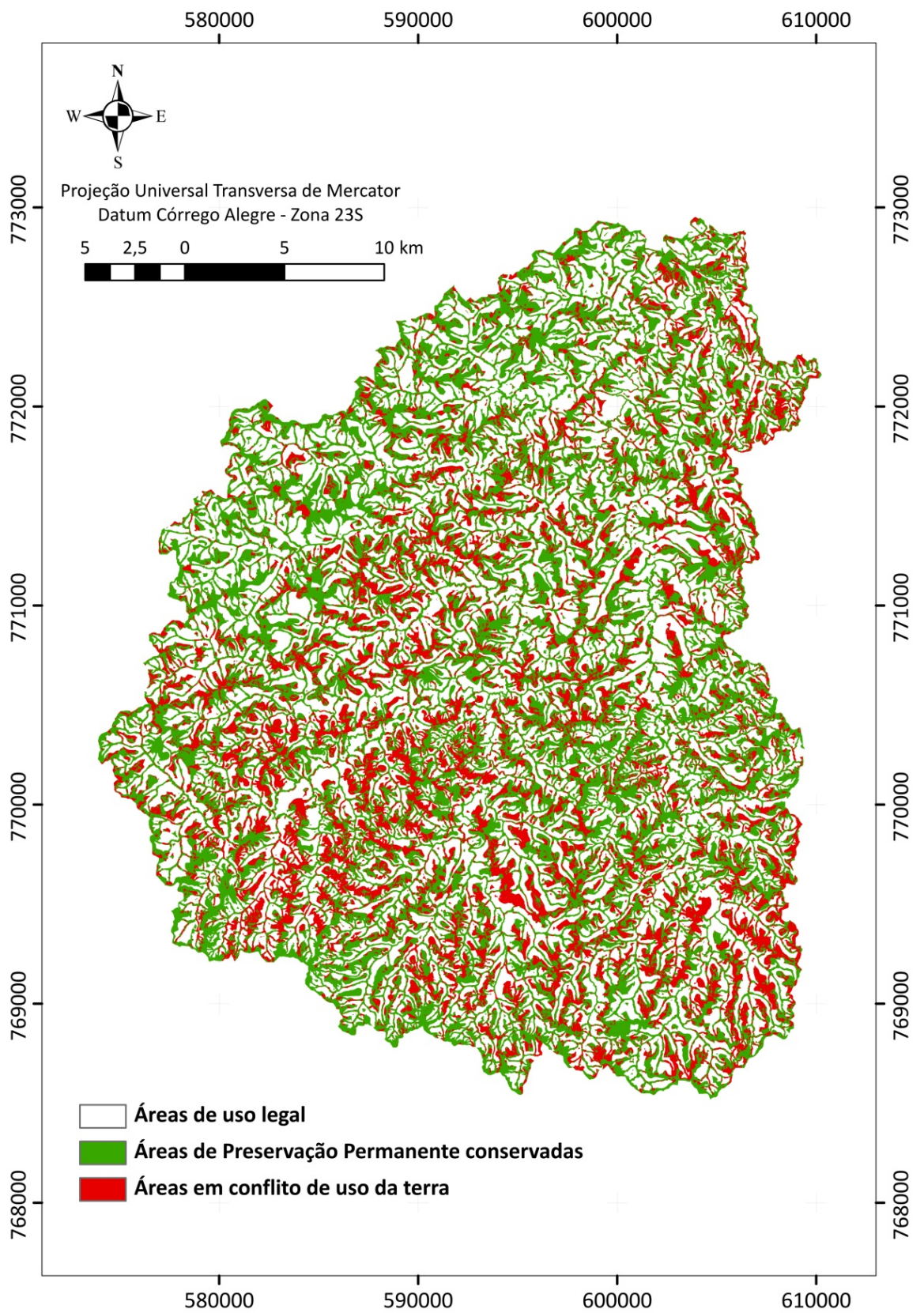
### 4.3 - CONFLITOS DE USO DA TERRA

Por meio da análise do mapa temático de uso e ocupação da terra e do mapa das categorias de APP's delimitadas, foram identificadas áreas em conflito de uso da terra na sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado (Figura 9). Do total de APP's mapeadas, 34,8 % (21.939,3 ha) são afetadas pelo uso indevido. Nessas áreas, que deveriam por força legal estar protegidas e preservadas, encontra-se em exercício atividades agropecuárias. Essa intervenção nas áreas de APP's descaracteriza a cobertura vegetal original e impede que a vegetação natural possa exercer suas funções ambientais. Na Tabela 4 pode-se contabilizar as áreas de APP's ainda conservadas e o total das áreas em conflito de uso da terra.

**Tabela 4.** Descrição do uso da terra nas APP's mapeadas na sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais.

Uso da terra	Área Total (ha)	%	Caracterização das APP's
Floresta Estacional Semidecidual em APP	8.768,6	13,9	APP conservada
Cerrado em APP	32.387,1	51,3	APP conservada
Agropecuária em APP	21.939,3	34,8	Conflito de uso da terra
<b>Total</b>	<b>63.095,0</b>	<b>100,0</b>	





**Figura 9.** Mapa dos conflitos de uso da terra na sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais.

Das APP's afetadas pelo uso indevido, 55,69 % são constituídas de áreas situadas no terço superior da bacia e ao longo das linhas de cumeada, 23,12 % ao longo dos cursos d'água, 20,83 % nas nascentes e suas áreas de contribuição e apenas 0,11 % no terço superior de morros e áreas com declividades superiores a 45°. Para o cálculo da contribuição de cada categoria de APP nas áreas com sobreposição, adotou-se a mesma ordem de prioridade aplicada às APP's conservadas.

Para a sub-bacia do rio Camapuã/Brumado foram quantificados 47.616,9 ha (43,0 %) de áreas de uso legal. Apesar da existência de 21.939,3 ha em conflito de uso da terra, foram mapeados 30.734,3 ha constituídos de fragmentos florestais em áreas passíveis de serem utilizadas pelo proprietário da terra (Tabela 5).

**Tabela 5.** Descrição do uso da terra nas áreas de uso legal na sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Minas Gerais.

Uso da terra	Área Total (ha)	%	Caracterização das áreas
Floresta Estacional Semidecidual remanescente em área de uso legal	4.865,8	10,2	Passíveis de desmatamento
Cerrado remanescente em área de uso legal	25.868,5	54,3	Passíveis de desmatamento
Agropecuária em área de uso legal	16.882,6	35,5	Em conformidade com o uso da terra
<b>Total</b>	<b>47.616,9</b>	<b>100,0</b>	

A análise da Tabela 5 demonstra que na sub-bacia estudada houve intervenção antrópica em áreas de APP's, enquanto que ainda existem grandes áreas passíveis de serem desmatadas para o efetivo uso da terra. Esse desmatamento ilegal das APP's, mesmo havendo a existência de terras disponíveis para o uso legal, corrobora a hipótese de que a falta de conhecimento do proprietário da terra a respeito da espacialização das APP's dentro de sua propriedade é a principal causa do descumprimento da lei. A adoção em larga escala da delimitação automática das APP's poderá, sem dúvida, contribuir para minimizar os conflitos de uso da terra e evitar a degradação dos fragmentos florestais remanescentes.

## 5 - CONCLUSÕES

A utilização da imagem digital do sensor ETM+/LANDSAT permitiu o mapeamento de 3 classes de uso e ocupação da terra a partir da classificação supervisionada. A área total da sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado é de 110.711,9 ha, dos quais 12,3 % são cobertos por Floresta Estacional Semidecidual, 52,6 % por Cerrado e 35,1 % por atividades agropecuárias.

A delimitação automática das APP's permitiu espacializar as categorias situadas no terço superior dos morros, entorno das nascentes e suas áreas de contribuição, na faixa marginal ao longo dos cursos d'água, no terço superior da bacia e ao longo das linhas de cumeada e nas encostas com declividades superiores a 45°. Essas áreas de proteção, combinadas, ocupam 63.095,0 ha (57,0 %) da área total da sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado.

A identificação de áreas em conflito de uso da terra, enquanto que ainda existem áreas passíveis de serem desmatadas para o efetivo uso da terra na propriedade, corrobora a hipótese de que a falta de conhecimento a respeito da espacialização das APP's é a principal causa do descumprimento da lei.

A delimitação automática das Áreas de Preservação Permanente é uma alternativa eficaz para o mapeamento dos limites dessas áreas, evidenciando a exata dimensão da proteção ambiental de nossos ecossistemas proporcionada pelo Código Florestal Brasileiro (CFB).

A espacialização de APP's, viabilizando a aplicação do CFB, permite minimizar os conflitos de uso da terra e evitar a degradação dos fragmentos florestais remanescentes. Quando aplicado, o CFB proporciona, naturalmente, a formação de

corredores ecológicos, criando uma rede de áreas conservadas em comunicação e minimizando os efeitos deletérios impostos às populações da fauna e flora pela fragmentação de habitats.

## REFERÊNCIAS

ACKERMAN, C. T.; EVANS, T. A.; BRUNNER, G. W. Paper 8 – **HEC - GeoRAS: linking GIS to hydraulic analysis using Arc/INFO and HEC-RAS**. p.155-176. In: Hydrologic and hydraulic modeling support with geographic information systems. MAIDMENT, D., DJOKIC, D. - editores. Redlands, Environmental Systems Research Institute, 2000. 216p.

AULICINO, L. C. M.; RUDORFF, B. F. T.; MOREIRA, M. A.; MEDEIROS, J. S.; SIMI JÚNIOR, R. Subsídios para o Manejo Sustentável da Bacia Hidrográfica do Rio Una através do uso de técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA, 9., 2000, Puerto Iguazu, Misiones, Argentina. **Anais**. Argentina, 2000.

BANCO MUNDIAL. **Development and conservation of forests**. In: Brasil: equitable, competitive, sustainable – Contributions for debate. p.361-416, 2003. Disponível em: <<http://www.bancomundial.org.br/>>. Acesso em: 27 jan 2009.

CALABRIA, C. A. **Particularidades da aplicação da legislação florestal brasileira na Zona da Mata mineira: áreas de preservação permanente e reserva legal**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 132 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CONAMA (Brasília, DF). Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 13 de maio de 2002.

COSTA, T. C. C.; SOUZA, M. G.; BRITES, R. S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente, por meio de um sistema de informações geográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador. **Anais**. Salvador. Salvador, 1996. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/01.27.16.17/doc/T48.pdf>>. Acesso em 15 fev 2009.

COSTA, T. C. C.; SOUZA, M. G.; BRITES, R. S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). **Revista Árvore**. Viçosa, v. 20, n. 1, p. 129-135, 1996.

COUTINHO, L. M. **O bioma do cerrado**. In: Klein (org.) Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois. São Paulo: Editora Unesp; Imprensa Oficial do Estado, 2002. p. 77-91.

DODSON, R.D.; LI, X. Paper 10 – **The accuracy and efficiency of GIS-based floodplain determinations**. p.191-212. In: Hydrologic and hydraulic modeling support with geographic information systems. MAIDMENT, D., DJOKIC, D. - editores. Redlands, Environmental Systems Research Institute, 2000. 216p.

ENDO, I.; MACHADO, R. Reavaliação e novos dados geocronológicos (Pb/Pb e K/Ar) da região do quadrilátero ferrífero e adjacências. **Revista do Instituto de Geografia**. São Paulo, v.2, p.23-40, 2002.

ESRI – Environmental Systems Research Institute, Inc. **ArcGIS Professional GIS for the desktop, versão 9.3 CA**. 2008.

FOODY, G. M. **On the compensation for chance agreement in image classification accuracy assessment**. Photogrametric Engineering and Remote Sensing. Bethesda, v. 58, n. 10, p. 1459-1460, 1992.

GOODCHILD, M. F. **Spatial Autocorrelation**. Catmog 47, Geo Books, Norwich, 1986. Disponível em: < <http://www.geog.ucsb.edu/~good/>>. Acesso em: 27 jan 2009.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 248p.

GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.394p.

HOTT, M. C.; GUIMARÃES, M.; MIRANDA, E. E. Um método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. **Anais.** Goiânia, 2005. Disponível em: <2009.http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/conteudo/aplicacoes/topodemorro.pdf >. Acesso em: 05 jan 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapa de vegetação do Brasil**, escala 1:5.000.000, Projeção Policônica, M.C. 54° W. Gr. Brasília, DF: IBGE, 2004.

LACHOWSKI, H. M. et al. Remote Sensing and GIS: their role in ecosystem management. **Journal of Forestry**, v. 92, n. 8, p. 39-40, 1994.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. São Paulo: Malheiros, 1992. 606p.

MAGALHÃES, C. S.; FERREIRA, R.M. Áreas de preservação permanente em uma microbacia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. V. 21, n.207, p. 33-39, 2000.

NASA.SRTM – **Shuttle Radar Topography Mission**. Disponível em: <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm>. Acesso em: 24 jun. 2008.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 207-220, 2005.

NASCIMENTO, A. R. T.; FELFILI, J. M.; MEIRELLES, E. M. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de floresta estacional decidual de encosta, município de Monte Alegre, GO, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v.18, n.3, p.663-674, 2004.

OLIVEIRA, M. J. **Proposta metodológica para delimitação automática de Áreas de Preservação Permanente em topos de morro e em linha de cumeada.** Viçosa, MG: UFV, 2002. 53p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. de. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Cerne**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 64-72, 1994.

OLIVER, C. D. A landscape approach: achieving and maintaining biodiversity and economic productivity. **Journal of Forestry**, v. 90, n. 9, p. 20-25, 1992.

PIRES, A. M. Z. C. R.; SANTOS, J. E.; PIRES, J. S. R. Elaboração de um banco de dados digitais georreferenciados para caracterização ambiental de unidade de conservação. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 8., 1998, São Carlos. **Anais**. São Carlos, 1998.

PISSARRA, T. C. T. **Avaliação quantitativa das características geomorfológicas de microbacias hidrográficas de 1º ordem de magnitude em quatro posições do sistema natural de drenagem.** Jaboticabal, SP: UNESP, 1998. 124p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

RIBEIRO, C. A. A. S.; MEITNER, M. J.; CHAMBERLAIN, B. C.; SOARES, V. P. . Delimitação automática de APPS: uma verdade inconveniente. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO AMBIENTAL, 11., 2007, São Paulo. **Anais**. São Paulo, 2007.

RIBEIRO, C. A. A. S. **Revitalização da bacia de contribuição da hidrelétrica de Três Marias: preservação ambiental e qualidade de vida.** Projeto de Pesquisa. Viçosa-MG. 2006. 14p.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; OLIVEIRA, A. M. S. O.; GLERIANI, M. G. O desafio da delimitação de área de preservação permanente. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 29, n. 2, p. 203-212, 2005.



RIBEIRO, C. A. A. S.; OLIVEIRA, M. J.; SOARES, V. P.; PINTO, F. A. C., Delimitação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros e em linhas de cumeada: Metodologia e estudo de caso. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADAS À ENGENHARIA FLORESTAL, 5., 2002, Curitiba. **Anais**. Curitiba, 2002.

RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições, 1997.

RODRIGUES, F.; CARVALHO, O. Bacias Hidrográficas como Unidade de Planejamento e Gestão Geoambiental: Uma Proposta Metodológica. **Revista Fluminense de Geografia** 2, ano 1 , jul/dez, 1995.

ROSENFELD, G. H.; FITZPATRICK-LINS, K. **A coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy**. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v. 52, n. 2, p. 223-227, 1986.

SÁ, N. C.; USSAMI, N.; MOLINA E. C. 1993. Aquisição e interpretação de anomalias gravimétricas do Quadrilátero Ferrífero, SE do Cráton São Francisco. **Revista Brasileira de Geografia**. São Paulo, v. 2, n.1, Jan./Mar 2007.

SAUNDERS, W. Preparation of DEMs for use in environmental modeling analysis. In: ESRI INTERNATIONAL USER CONFERENCE, 1999, San Diego. **Anais**. San Diego, 1999. Disponível em: <<http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc99/proceed/papers/pap802/p802.htm>>. Acesso em 10 fev 2009.

SERIGATTO, E. M. **Delimitação automática das áreas de preservação permanente e identificação dos conflitos de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 188 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA-JÚNIOR, M. C. **Composição florística, estrutura e parâmetros fitossociológicos do Cerrado e sua relação com o solo na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba-MG.** Viçosa, MG: UFV, 1984. 130p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOARES, V. P.; MOREIRA, A. A.; RIBEIRO, J. C.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Avaliação das áreas de uso indevido da terra em uma microbacia no município de Viçosa-MG, através de fotografias aéreas e sistema de informação geográfica. **Revista Árvore.** Viçosa, v. 26, n. 2, p. 243-251, 2002.

SOARES, V. P.; BRITES, R. S.; MENEZES, I. C. de; NETO A. S.; MARTINS, A. K. E. Metodologia para Indicação de Corredores Ecológicos por Meio de um Sistema de Informações Geográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998, Santos. **Anais.** Santos, 1998.

SOUZA, E. R. de; FERNANDES, M. R. Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais. **Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p.15-20, 2000.

TEIXEIRA, W.; CARNEIRO M. A.; NOCE, C. M.; MACHADO, N.; SATO K.; TAYLOR, P. N. **Pb, Sr and Nd isotope constraints on the Archaean evolution of gneissic-granitoid complexes in the southern São Francisco Craton, Brazil, Precambrian.** Research, 78: 151-164, 1996.

TONIAL, T. M.; MISSIO, E.; SANTOS, J. E.; PIRES, J. S. R.; HENKE-OLIVEIRA, C.; RITTERBUCH, M. A.; ZANG, N. Caracterização preliminar de áreas de vegetação em microbacias da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. **Revista de Pesquisa e Pós-Graduação.** Erechim, RS, p. 107-115, 2000. Disponível em < <http://www.uri.br/publicaonline/revistas/artigos/7.pdf>>. Acesso em: 30 jan 2009.

TRIBE, A. Automated recognition of valley lines and drainage networks from grid digital elevation models: a review and a new method. **Journal of Hydrology**, v. 139, p. 263-293, 1992. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 30 jan 2009.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2004. 944p.

VALLOUREC e SUMITOMO TUBOS DO BRASIL. **Estudo de Impacto ambiental – Complexo siderúrgico Jaceaba**. Belo Horizonte, 2007. 440p.

VELOSO, H.P. **Sistema fitogeográfico**. In: IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro, 1992. p.8-38.

## **ANEXO 1**

### **RESOLUÇÃO Nº 303, DE 20 DE MARÇO DE 2002**

Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto nas Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e o seu Regimento Interno, e

Considerando a função sócio-ambiental da propriedade prevista nos arts. 5º, inciso XXIII, 170, inciso VI, 182, § 2º, 186, inciso II e 225 da Constituição e os princípios da prevenção, da precaução e do poluidor-pagador;

Considerando a necessidade de regulamentar o art. 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, no que concerne às Áreas de Preservação Permanente;

Considerando as responsabilidades assumidas pelo Brasil por força da Convenção da Biodiversidade, de 1992, da Convenção Ramsar, de 1971 e da Convenção de Washington, de 1940, bem como os compromissos derivados da Declaração do Rio de Janeiro, de 1992; Considerando que as Áreas de Preservação Permanente e outros espaços territoriais especialmente protegidos, como instrumentos de relevante interesse ambiental, integram o desenvolvimento sustentável, objetivo das presentes e futuras gerações, resolve:

Art. 1º Constitui objeto da presente Resolução o estabelecimento de parâmetros, definições e limites referentes às Áreas de Preservação Permanente.

Art. 2º Para os efeitos desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - nível mais alto: nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente;

II - nascente ou olho d'água: local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea;

III - vereda: espaço brejoso ou encharcado, que contém nascentes ou cabeceiras de cursos d'água, onde há ocorrência de solos hidromórficos, caracterizado predominantemente por renques de buritis do brejo (*Mauritia flexuosa*) e outras formas de vegetação típica;

IV - morro: elevação do terreno com cota do topo em relação a base entre cinquenta e trezentos metros e encostas com declividade superior a trinta por cento (aproximadamente dezessete graus) na linha de maior declividade;

V - montanha: elevação do terreno com cota em relação a base superior a trezentos metros;

VI - 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;

VII - linha de cumeada: linha que une os pontos mais altos de uma seqüência de morros ou de montanhas, constituindo-se no divisor de águas;

VIII - restinga: depósito arenoso paralelo a linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, também consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do substrato do que do clima. A cobertura vegetal nas restingas ocorrem mosaico, e encontra-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivos e abóreo, este último mais interiorizado;

IX - manguezal: ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência flúvio-marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os estados do Amapá e Santa Catarina;

X - duna: unidade geomorfológica de constituição predominante arenosa, com aparência de câmore ou colina, produzida pela ação dos ventos, situada no litoral ou no interior do continente, podendo estar recoberta, ou não, por vegetação;

XI - tabuleiro ou chapada: paisagem de topografia plana, com declividade média inferior a dez por cento, aproximadamente seis graus e superfície superior a dez hectares, terminada de forma abrupta em escarpa, caracterizando-se a chapada por grandes superfícies a mais de seiscentos metros de altitude;

XII - escarpa: rampa de terrenos com inclinação igual ou superior a quarenta e cinco graus, que delimitam relevos de tabuleiros, chapadas e planalto, estando limitada no topo pela ruptura positiva de declividade (linha de escarpa) e no sopé por ruptura negativa de declividade, englobando os depósitos de colúvio que localizam-se próximo ao sopé da escarpa;

XIII - área urbana consolidada: aquela que atende aos seguintes critérios:

a) definição legal pelo poder público;

b) existência de, no mínimo, quatro dos seguintes equipamentos de infra-estrutura urbana:

1. malha viária com canalização de águas pluviais,

2. rede de abastecimento de água;

3. rede de esgoto;

4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública ;

5. recolhimento de resíduos sólidos urbanos;

6. tratamento de resíduos sólidos urbanos; e

c) densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por km<sup>2</sup>.

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

I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

a) trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura;

b) cinqüenta metros, para o curso d'água com dez a cinqüenta metros de largura;

c) cem metros, para o curso d'água com cinqüenta a duzentos metros de largura;

d) duzentos metros, para o curso d'água com duzentos a seiscentos metros de largura;

e) quinhentos metros, para o curso d'água com mais de seiscentos metros de largura;

II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinqüenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

III - ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:

a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;

b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinquenta metros;

IV - em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de cinquenta metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;

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

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

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

VIII - nas escarpas e nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa;

IX - nas restingas:

a) em faixa mínima de trezentos metros, medidos a partir da linha de preamar máxima;

b) em qualquer localização ou extensão, quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues;

X - em manguezal, em toda a sua extensão;

XI - em duna;



XII - em altitude superior a mil e oitocentos metros, ou, em Estados que não tenham tais elevações, à critério do órgão ambiental competente;

XIII - nos locais de refúgio ou reprodução de aves migratórias;

XIV - nos locais de refúgio ou reprodução de exemplares da fauna ameaçadas de extinção que constem de lista elaborada pelo Poder Público Federal, Estadual ou Municipal;

XV - nas praias, em locais de nidificação e reprodução da fauna silvestre.

Parágrafo único. 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.

Art. 4º O CONAMA estabelecerá, em Resolução específica, parâmetros das Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso de seu entorno.

Art. 5º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogando-se a Resolução CONAMA 004, de 18 de setembro de 1985.

JOSÉ CARLOS CARVALHO

Presidente do Conselho

Publicada DOU 13/05/2002