

VALDECI CONSTANTINO



**GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA ADEQUAÇÃO
AMBIENTAL DE UNIDADES DE PRODUÇÃO FLORESTAL**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista do Curso de Pós-graduação em Gestão Florestal do Departamento de Economia e Extensão do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof.^a Msc. Ana Paula Dalla Corte

CURITIBA
2007

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE MAPAS	v
LISTA DE TABELAS	vi
ANEXOS	vii
LISTA DE SIGLAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	ix
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1 FRAGILIDADE AMBIENTAL.....	3
2.2 CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DE UNIDADES DE PRODUÇÃO.....	5
2.2.1 Pedoforma.....	5
2.2.2 Profundidade do Solo.....	5
2.2.3 Altitude.....	6
2.3 LEGISLAÇÃO FLORESTAL.....	6
2.3.1 Áreas de Preservação Permanente.....	7
2.4 FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO.....	8
2.4.1 Modelo Numérico de Terreno (MNT).....	10
2.4.2 Representação de Mapas: Modelos Matricial e Vetorial.....	11
2.4.3 Aplicações de GPS no Setor Florestal.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	13
3.1.1 Clima.....	15
3.2 MATERIAIS.....	16
3.2.1 Base Cartográfica.....	16
3.2.2 Dados de Atributos.....	16
3.2.3 Softwares.....	16
3.3 MÉTODOS.....	17
3.3.1 Base Legal para Delimitação das Áreas de Preservação Permanentes (APPs).....	17

3.3.2 Representação das Nascentes.....	17
3.3.3 Delimitação das APPs – Nascentes, Rios e Lagos.....	17
3.3.4 Definição das Encostas com Declividade acima de 45°.....	18
3.3.5 Definição das Áreas Conflitantes.....	19
3.3.6 Determinação das Áreas para Reposição.....	19
3.3.7 Determinação da Fragilidade Ambiental.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
4.1 ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE AO REDOR DE RIOS E NASCENTES.....	20
4.2 ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM TERRENOS COM DECLIVIDADE ACIMA DE 45 °.....	22
4.3 CONFLITOS ENTRE REFLORESTAMENTOS E ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.....	23
4.4 QUANTIFICAÇÃO DAS ÁREAS A SEREM READEQUADAS.....	25
4.5 FRAGILIDADE AMBIENTAL PARCIAL.....	26
5 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	31

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.....	18
FIGURA 2 – SHAPE E ATRIBUTOS DOS TALHÕES.....	35
FIGURA 3 – SHAPE E ATRIBUTOS DAS ESTRADAS.....	35
FIGURA 4 – SHAPE E ATRIBUTOS DOS RIOS.....	36
FIGURA 5 – SHAPE E ATRIBUTOS DAS CURVAS DE NIVEL.....	36

LISTA DE MAPAS

MAPA 1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	14
MAPA 2 – ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.....	21
MAPA 3 – ÁREAS CONFLITANTES QUE DEVERÃO SER RECUPERADAS.....	24
MAPA 4 – MAPA DE FRAGILIDADE PARCIAL DOS TALHÕES.....	28
MAPA 5 – REGIÕES BIOCLIMÁTICAS DO ESTADO DO PARANÁ.....	37

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TIPOS CLIMÁTICOS DA REGIÃO DE TELÊMACO BORBA.....	15
TABELA 2 - QUANTIFICAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM RIOS E NASCENTES.....	20
TABELA 3 – BASE PARA RECLASSIFICAÇÃO DAS DECLIVIDADES DA ÁREA DE ESTUDO.....	22
TABELA 4 – ÁREA TOTAL A SER RECUPERADA POR ESPÉCIE E QUANTIDADE DE MUDAS.....	25
TABELA 5 – FAIXAS DE DECLIVIDADE E CORRESPONDENTE GRAU DE FRAGILIDADE.....	26
TABELA 6 – ESPÉCIES PIONEIRAS.....	39
TABELA 7 – ESPÉCIES SECUNDÁRIAS.....	40
TABELA 8 – ESPÉCIES CLIMAX.....	41

ANEXOS

ANEXO A – BASE CARTOGRÁFICA.....	35
ANEXO B - SUGESTÃO PARA RECOMPOSIÇÃO DA ÁREA.....	37
ANEXO C – RELAÇÃO DE ESPÉCIES RECOMENDADAS PARA RECUPERAÇÃO DE ECOSSITEMAS FLORESTAIS.....	39
ANEXO D – LEGISLAÇÃO.....	42

LISTA DE SIGLAS

DSG – Diretoria de Serviço Geográfico

IAP – Instituto Ambiental do Paraná

APP – Área de Preservação Permanente

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná

RESUMO

Este trabalho procurou avaliar por meio de geotecnologias, uma área com plantios de pinus e *eucalyptus*, que por se tratarem de espécies exóticas, apresentam algumas restrições pela legislação florestal em relação as áreas que podem ser plantadas. O objetivo foi verificar se os limites estabelecidos em lei estavam sendo cumpridos, para isso, tomou-se como base o art. 2º, da Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Para a execução do trabalho, foram utilizadas informações dos rios, da altimetria da região, bem como informações das estradas florestais, dos talhões e também imagens de satélite. Através do cruzamento das informações, outras informações foram geradas, facilitando a avaliação e interpretação da área. Com o auxílio destas informações, principalmente das curvas de nível, gerou-se um mapa de declividade que após reclassificado, foi cruzado com o mapa dos talhões, gerando-se um mapa que representa a fragilidade ambiental parcial. Os resultados mostraram que a área estudada apresenta irregularidades quanto às áreas de preservação, principalmente na beira de rios e nascentes, sendo necessário que aproximadamente 30 ha sejam recuperados. Quanto à fragilidade ambiental parcial, a área apresenta na sua maioria, fragilidade muito baixa a baixa, constituindo-se em informações muito importantes para seu correto manejo.

Palavras-chave: Sistemas de informações geográficas, adequação ambiental, áreas de preservação permanente, fragilidade ambiental.

ABSTRACT

This work sought evaluate through geotecnologias, an area of pinus and eucalyptus plantations, which by itself to treat exotic species, have some restrictions by forest legislation, on areas that can be planted. The goal was to verify whether the limits established by law were being met so taken as a basis the art. 2, the Federal Law No. 4771, September 15, 1965. To carry out this work, were used information from rivers, the region's altimetry, as well as information on forest roads, the talhões and also images from satellite. Through the intersection of information, other information has been generated, facilitating the evaluation and interpretation of the area. With the help of this information, particularly of level curves, has been a statement of declividade that after reclassified, was crossed with the map of talhões, generating is a map that represents the environmental fragility partial. The results showed that the area studied presents irregularities on the areas of conservation, especially on the edge of rivers and springs, requiring that about 30 ha is recovered. About environmental fragility partial, the area presents the most part fragility very low to low, constituting themselves into information very important to correct its management.

Key words: geographic information systems, environmental suitability, areas of permanent preservation, environmental fragility.

1 INTRODUÇÃO

Aliada à revolução científico-tecnológica, a crise ambiental é responsável pela tendência de reordenação em nível mundial que se consubstancia na busca de um novo padrão de desenvolvimento sustentável (BECKER & EGLER, 1997). Os efeitos desejados só são obtidos quando os trabalhos de conservação de água e solo não são restritos às ações isoladas. Constatou-se que para que se atinja um equilíbrio entre a preservação do meio ambiente e as atividades de produção, é importante uma análise no contexto regional visando os usos múltiplos, contínuos e econômicos dos recursos naturais. Diante deste panorama, da necessidade de matéria-prima “madeira”, e da limitação do uso de espécies nativas, uma alternativa que vem sendo adotada visando diminuir a pressão sobre as florestas naturais, é a implantação de povoamentos com espécies exóticas¹ de rápido crescimento, como fonte alternativa de recursos naturais. Os plantios florestais mais significativos são realizados por grandes empresas em função do seu poder econômico e capacidade técnica, porém, com o desenvolvimento de várias modalidades de fomento florestal, algumas destas empresas também estão estimulando os agricultores a plantarem floresta.

A cobertura florestal em áreas rurais traz consigo benefícios diretos e indiretos, tais como proteção do solo contra erosão, aumento da retenção da água no solo, geração de empregos e melhoria da distribuição de renda, contribuindo, assim, para uma melhoria de ordem social e econômica dos produtores e de suas famílias. Contudo, estes povoamentos devem ser implantados de maneira planejada para não ocupar as áreas de preservação estabelecidas por lei.

Na medida que aumentam as áreas plantadas, novos recursos que facilitem seu gerenciamento são necessários. Assim, dentre as novas tecnologias empregadas no gerenciamento florestal, as ferramentas de geoprocessamento vêm ganhando espaço no momento que suas aplicações se tornam mais acessíveis e

¹ De acordo com a Portaria IAP nº 157, de 13 de outubro de 2005, entende-se por espécies exóticas, aquelas que ocorrem numa área fora de seu limite natural historicamente conhecido, como resultado de dispersão acidental ou intencional por atividades humanas.

amigáveis para o usuário final e, principalmente, pela redução dos custos dos equipamentos motivados pelo desenvolvimento de novas tecnologias.

As ferramentas de geoprocessamento permitem uma ampla visualização sobre a área trabalhada, facilitando a obtenção, manipulação, disponibilização e armazenamento de informações, úteis ao gerenciamento da área florestal, CÂMARA (1993).

Informações confiáveis sobre culturas instaladas, área plantada ou sua distribuição espacial dentro de uma determinada região, são fundamentais para direcionar o planejamento e definir prioridades por parte dos poderes públicos e privados envolvidos nas atividades florestais. Porém, tão importante como o planejamento inicial dos povoamentos, a sua readequação respeitando a legislação florestal é fundamental, visto que muitas áreas florestais foram implantadas sem nenhuma atenção quanto a questão ambiental. Assim, a busca de uma produção mais eficiente que respeite o meio ambiente e as condições do mesmo, justificou o desenvolvimento deste trabalho.

O comércio de produtos de base florestal, principalmente o internacional e a legislação ambiental, vêm cobrando novos procedimentos no ato da implantação da silvicultura de maneira que satisfaça não somente os anseios econômicos, mas também, o ambiental. Assim, os objetivos deste trabalho foram:

Objetivo geral: Desenvolvimento de um modelo de adequação ambiental para as unidades de produção florestal através das ferramentas de geotecnologias.

Objetivos específicos:

- Com base na legislação ambiental vigente, analisar a regularidade das áreas de preservação permanente da propriedade;
- Detectar, através das geotecnologias, as diferentes situações e as possíveis áreas a serem recuperadas;
- Mapear áreas de fragilidade ambiental parcial dentro da propriedade visando uma melhor gestão das mesmas;
- Sugerir um método de reposição florestal.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Muitas propriedades florestais desenvolvem suas atividades em terrenos nem sempre compatíveis com a aptidão dos solos. A espécie cultivada, as técnicas de manejo, o sistema de colheita e transporte, podem não ser os mais apropriados para o local onde se implantou o povoamento, desta maneira, os reflexos destas atividades recaem diretamente sobre o ambiente em questão, onde um dos principais efeitos observados é a degradação dos solos.

2.1 FRAGILIDADE AMBIENTAL

A fragilidade potencial de uma área pode ser definida como a vulnerabilidade natural que um ambiente apresenta em função de suas características físicas como a declividade e o tipo de solo, já a fragilidade ambiental considera, além das características físicas, os graus de proteção que os diferentes tipos de uso e cobertura vegetal exercem sobre o ambiente (KAWAKUBO, 2005).

ROSS (1994), já propunha uma metodologia considerando a fragilidade empírica, fundamentando-se no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre suas componentes físicas e bióticas. Os procedimentos operacionais para a sua construção exigem num primeiro instante os estudos básicos do relevo, solo, geologia, clima, uso da terra e cobertura vegetal etc.. Posteriormente, essas informações são analisadas de forma integrada gerando um produto síntese que expressa os diferentes graus de fragilidade que o ambiente possui em função de suas características genéticas.

A fragilidade do solo ou erodibilidade, corresponde à vulnerabilidade do solo à erosão. As diferenças nos atributos físicos e químicos explicam em muitos casos o fato de alguns solos erodirem mais que outros mesmo estando expostos a uma mesma condição do ambiente.

Outro elemento que interfere no processo erosivo é o tipo de uso do solo e a cobertura vegetal. Além de proteger o solo contra a perda de material, o uso adequado e a cobertura vegetal o protege direta e indiretamente contra os efeitos modificadores das formas do relevo.

Diante dos diferentes estados de equilíbrio e desequilíbrio que o ambiente está submetido, ROSS (1994) sistematizou uma hierarquia nominal de fragilidades representadas por códigos: muito fraca (1), fraca (2), média (3), forte (4) e muito forte (5). Estas categorias expressam especialmente a fragilidade do ambiente em relação aos processos ocasionado pelo escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais.

Segundo FLORIANI (2003), as intervenções humanas que podem alterar o meio ambiente nem sempre são sinônimos de degradação, desde que a tecnologia empregada seja adequada ao potencial ecossistêmico existente. Desta forma, é importante que novas metodologias para mapeamento da fragilidade ambiental sejam analisadas a fim de alcançar um diagnóstico por meio de critérios e indicadores condizentes com os geossistemas locais.

A preocupação com a degradação ambiental devido às pressões das atividades antrópicas propiciaram o surgimento de inúmeros estudos e metodologias em avaliações ambientais. Um dos desafios encontrados neste tipo de trabalho refere-se ao modo como as características do ambiente são expressas, pois devido às técnicas operacionais computadorizadas, muitas necessitam serem representadas numericamente.

SPÖRL (2001) ao comparar três modelos metodológicos aplicados aos estudos da fragilidade ambiental, verificou que o principal problema está relacionado à atribuição de “pesos” das variáveis (geomorfológicas, pedológicas e de uso do solo), sendo que esta avaliação é geralmente arbitrária e subjetiva, pois é complicado avaliar o quanto cada uma destas variáveis contribui para se estabelecer o grau de fragilidade.

Deste modo, FALCÃO *et al.* (2006) relata que os impactos do manejo sobre a paisagem são difíceis de serem previstos, no entanto ferramentas de suporte à decisão e técnicas de visualização computacionais recentes podem ser opções para facilitar a previsão dos possíveis impactos.

Segundo ALHO *et al* (1997) estes programas podem ser facilmente encontrados e são de grande utilidade para o “manejador” no meio florestal, sobretudo para auxiliar no planejamento dos tratamentos silviculturais em suas áreas.

2.2 CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DE UNIDADES DE PRODUÇÃO

2.2.1 Pedoforma

A pedoforma é um dos atributos identificados do pedoclima (CARMO *et. al.*, 1990). As pedoformas côncavas favorecem a concentração de água e nutrientes no sistema, enquanto as convexas atuam de maneira inversa (CARMEAN, 1975; RESENDE *et. al.*, 1997). Desta forma as pedoformas côncavas comumente são mais produtivas do que as convexas (CARMEAN, 1967)

Em estudo na região do Mar de Morros (MG), FABRES *et. al.* (1987), relatam que as pedoformas côncavas são as mais férteis e que os teores foliares dos nutrientes diminuem no sentido encosta côncava, meia encosta e encosta e topo.

Mudanças na elevação e forma da superfície causam profundas modificações no regime hídrico do solo, principalmente em área com teor de umidade deficiente. Também o teor de certos nutrientes varia segundo a forma do terreno, de acordo com o que afirma RESENDE (1971), possivelmente em consequência da ação da erosão e lixiviação.

2.2.2 Profundidade do Solo

O estudo das características de perfis do solo, incluindo o substrato, fornece meios para avaliar a variação na profundidade do sítio dentro de um estrato climático e topográfico. Desvios substanciais na qualidade do sítio, para uma classe fisiográfica homogênea, estão freqüentemente associados a diferenças no suprimento de água, em nutrientes e aeração do solo (RALSTON, 1964).

A profundidade do “*solum*” e outras características do perfil do solo (textura, estrutura, etc.) pode variar significativamente ao longo da toposequência, notadamente em terrenos mais inclinados (CARMEAN, 1967). O “*solum*” tende a ser menos profundo nas partes mais íngremes e medianas das encostas e nos topos de morro (cristas e cumes) (RESENDE, 1985).

FABRES *et. al.* (1987), relatam que a redução da espessura do “*solum*” reduz a produtividade da floresta, devido à restrição da disponibilidade de água e

nutrientes no solo, com as árvores exibindo sintomas de deficiência nutricional, concordando com FAMSWORTH & LEAF (1963).

2.2.3 Altitude

A altitude é outro fator de ação indireta sobre a produtividade florestal, atuando sobre fatores de ação direta na planta, como abaixamento da temperatura, regime de umidade do ar e do solo.

HANNAH (1968b) ressalta que a qualidade do sitio aumenta com a distancia ate o topo, em virtude da ação gravitacional sobre a água e o fluxo subsuperficial provindo das partes mais altas. O movimento subsuperficial é uma importante fonte de umidade e, por isto, influencia a distribuição das raízes em áreas montanhosas, com formação rochosa impermeável próxima à superfície. Em encostas extensas, o movimento é de particular importância, visto que as raízes tendem a serem uniformemente distribuídas a grandes profundidades, em comparação com solos com pequena declividade, que recebem apreciável quantidade de água diretamente na superfície, durante a maior parte do ano (COILE, 1952).

A pedofoma, a profundidade do solo e a altitude, contribuem para reforçar a legislação florestal a respeito de plantios florestais em encostas e topos de morro. Estes locais alem de possuírem variações no fornecimento de água e nutrientes pelo solo, também apresentam grande capacidade de erosão a partir do momento que é removido a cobertura natural e substituído por outra.

A presença de plantios florestais com espécies exóticas em áreas irregulares, principalmente na beira de rios ou lagos, além de estar em desacordo com a legislação, pode estar subestimando a capacidade produtiva do local, pois a alta fertilidade destes solos, poderia estar sendo usada para produção agrícola, bastando para isso, que os limites impostos pela legislação sejam respeitados.

2.3 LEGISLAÇÃO FLORESTAL

Um aspecto muito importante que deve ser observado no momento da implantação de plantios florestais com espécies exóticas, é não plantar em áreas de

preservação permanente (APP), principalmente em beira de rios, nascentes e áreas muito íngremes, pois são áreas onde, de acordo com a legislação florestal, as florestas, mesmo que plantadas, não podem ser cortadas, salvo em situações que visam sua substituição por espécies nativas. Da mesma forma, devem ser observados os 20% de reserva legal², que devem ser mantidos com vegetação nativa.

2.3.1 Áreas de Preservação Permanente

O art. 2º, da Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Define que: Art. 2º Consideram-se de preservação permanente³, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será: **(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989).**

1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; **(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989).**

2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; **(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)**

3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; **(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989).**

² **Reserva Legal:** área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas;

³ De acordo com a medida provisória no 2.080-64, de 13 de julho de 2001, define-se **área de preservação permanente** como: área protegida nos termos dos artigos. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; ***(Número acrescentado pela Lei nº 7.511, de 7.7.1986 e alterado pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989).***

5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; ***(Número acrescentado pela Lei nº 7.511, de 7.7.1986 e alterado pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989).***

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura; ***(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989).***

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais; ***(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989).***

h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação. ***(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989).***

2.4 FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO

Segundo ROSA & BRITO (1996), geoprocessamento é o conjunto de tecnologias destinadas à coleta e ao tratamento de informações espaciais, bem como o desenvolvimento de sistemas e suas aplicações. A característica fundamental de um sistema de geoprocessamento é sua faculdade de criar, armazenar, recuperar e analisar mapas num ambiente computacional (CÂMARA, 1993). Os Sistemas de Informação geográfica (SIG's) são sistemas destinados à manipulação de dados georreferenciados, ou seja, informações codificadas espacialmente.

O emprego do geoprocessamento no gerenciamento de unidades de produção florestal possibilita a geração de um banco de dados no formato vetorial ou raster, georreferenciados de acordo com uma única base cartográfica, o que permite efetuar avaliações, análises espaciais e simulações em função de variáveis como pedologia, declividade, geologia, fertilidade, irrigação, produtividade, etc., substituindo tomadas de decisão técnicas e administrativas, de viabilidade, implantação, condução, colheita, manejo, exploração e monitoramento florestal a serem implementados.

COUTO (1993) relata que os inventários florestais são fonte de dados para qualquer planejamento florestal e para SIG, o qual não é apenas uma tecnologia, mas sim uma nova filosofia de trabalho para as empresas florestais. Isto porque as empresas florestais, em geral, projetam a distribuição de suas áreas por meio de mapas onde são representados os relevos, as categorias de solo, a distribuição dos talhões, malhas viárias, etc. Esses dados, juntamente como o inventário florestal, podem ser todos agrupados num banco de dados SIG para o gerenciamento das florestas plantadas e para o monitoramento ambiental.

Os SIG's são bastante utilizados atualmente, no que se refere a estudos integrados sobre o meio ambiente. Diversas aplicações são encontradas em COULSON *et. al.* (1991), RIPPLE (1994). Da mesma forma, em PABLO *et. al.* (1994), há uma proposta de um sistema de informação para planejamento ambiental, objetivando facilitar a tomada de decisão governamental.

Na proposta metodológica para zoneamento de áreas de proteção ambiental, GRIFFITH *et. al.* (1995), indicam o uso de SIG's como forma de agilizar a separação de unidades homogêneas inicialmente e auxiliar na tomada de decisões.

A implantação de SIG em agências governamentais ou privadas é um vetor de mudança na cultura de gestão vigente no país. Tradicionalmente a tomada de decisões é baseada em indicadores alfanuméricos sobre os distintos temas das atribuições profissionais de departamentos ou unidades empresariais. A incorporação do fator locacional possibilita o aumento de acertos e maior eficiência das ações (LOBO, 1993).

A utilização de SIG's possibilita a geração de banco de dados codificados espacialmente, promovendo ajustes e cruzamentos simultâneos de um grande

número de informações. Além disso, pode-se acompanhar a variação de temas, obtendo-se novos mapas com rapidez e precisão, a partir da atualização dos bancos de dados. Trata-se, portanto, de uma importante ferramenta no estudo de potencialidades do meio ambiente.

ASSAD e SANO (1993), assinalam que o desenvolvimento rural e a conservação dos recursos naturais exigem um controle adequado de dados sobre o meio físico e uma melhor compreensão das relações existentes entre o solo e seu uso, o que pode ser feito através da utilização de sistemas de informações geográficas (SIG's).

A utilização de SIG's, sob suporte informático vem permitindo o zoneamento de áreas de forma mais adequada e eficiente, substituindo os métodos tradicionais de análise que são, quase sempre, mais onerosos e de manipulação mais difícil (SANO *et. al.* 1990).

Segundo VALENZUELA (1989), o objetivo da análise espacial é extrair e questionar informações úteis que satisfaçam as exigências dos objetivos do usuário para a tomada de decisão técnica. O processo de análise consiste em recuperar, reclassificar, medir, sobrepor, conectar e relacionar os dados gráficos e seus atributos.

Em suma, SIG's são importantes para o zoneamento porque manipulam grandes volumes de dados ambientais e auxiliam nos seu gerenciamento e integração, mas não dispensam a interpretação do meio pelo planejador.

2.4.1 Modelo Numérico de Terreno (MNT)

Segundo ASSAD e SANO (1993), um MNT é uma representação matemática tratável computacionalmente e que representa a distribuição espacial de uma determinada característica vinculada a uma superfície real. O modelo digital é gerado a partir de um conjunto de pontos ($X_i, Y_i, Z_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$) amostrados da superfície real, sendo que as coordenadas X e Y dos pontos estão relacionadas às posições de amostragem da superfície e a coordenada Z está relacionada à características que se quer modelar. Conforme o mesmo autor, as características associadas às superfícies podem ser de natureza diversa como temperatura, relevo,

vegetação, hidrologia, mineralogia, tipo de solo, entre outras. Os modelos digitais são utilizados para se obter informações relevantes da superfície sem a necessidade de se trabalhar diretamente na superfície. Essas informações podem ser de caráter qualitativo (visualização da superfície através de uma projeção geométrica) ou quantitativo, englobando cálculos de área, volumes e isovalores, entre outros.

A partir de dados de MNT, é possível materializar informações georreferenciadas e analisar sua abrangência geográfica.

2.4.2 Representação de Mapas: Modelos Matricial e Vetorial

Os SIG's armazenam tanto as definições geográficas das feições da superfície da Terra quanto os atributos ou qualidades que essas feições possuem. A lógica que os diferentes sistemas usam para fazer isto varia bastante, mas quase todos usam uma ou a combinação de dois modelos fundamentais de representação de mapas: vetorial e matricial (WEBER, 2001).

No modelo matricial, conforme WEBER (2001), a área mapeada é dividida em uma grade regular de células com espaçamento conhecido, o que constitui sua resolução espacial. No modelo vetorial as entidades do mundo real são representadas como pontos, linhas ou polígonos. Na verdade a primitiva principal é o ponto, definido como um par de coordenadas X e Y em um sistema de coordenadas conhecidas. O ponto não possui dimensão, apenas localização. A linha é formada por uma lista de coordenadas de pontos ligados entre si por segmentos de retas. O polígono define uma superfície bidimensional (área) e é formado por uma cadeia fechada de segmentos de linha.

2.4.3 Aplicações de GPS no Setor Florestal

Com o desenvolvimento do GPS (Sistemas de Posicionamento Global), pelo Departamento de Defesa e das Forças Armadas dos Estados Unidos, foi inventado um dos melhores auxílios à navegação e localização, e que possui um espectro de aplicações na ciência florestal, que devem ser exploradas e utilizadas de maneira

mais prática, tornando os trabalhos de campo mais eficiente e com melhores rendimentos.

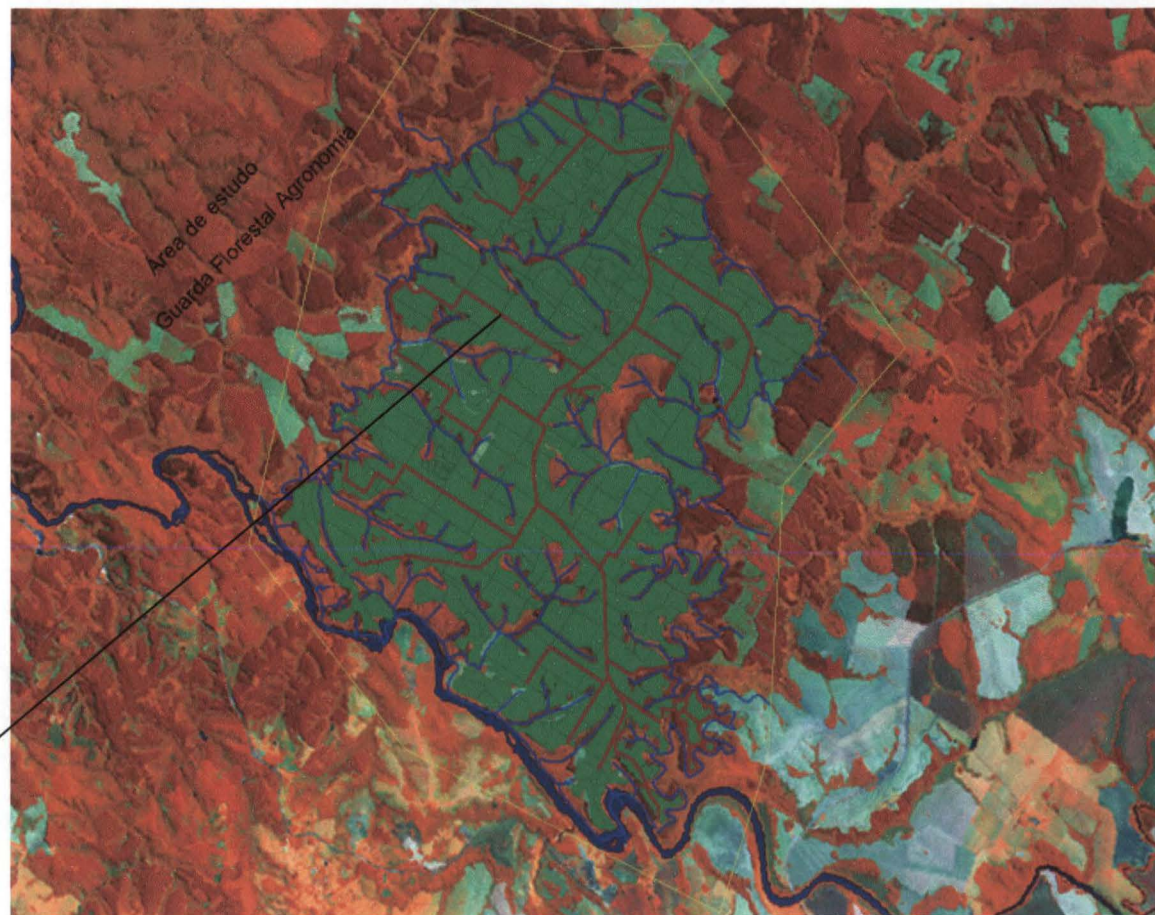
Conforme ANDRADE *et. al.* (1994), o GPS é muito importante no setor florestal, podendo-se realizar diversas operações, desde mapeamentos para fins de inventários florestais, navegação de aeronaves para identificação de áreas com doenças ou incêndios, facilitando o deslocamento, tornando-se assim mais ágil conhecer a posição geográfica, determinar velocidades de deslocamentos e gerar mapas destes deslocamentos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

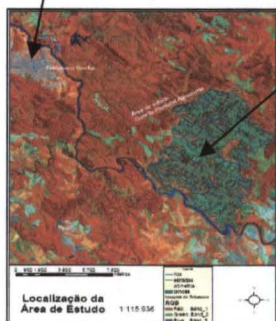
Para realização deste estudo, foi escolhida uma área de 8.285,4 ha na região de Telêmaco Borba no Estado do Paraná. A área abrange vários talhões de diversas espécies florestais, além de áreas de preservação permanente e reserva legal. Faz divisa com o Rio Tibagi que nasce na região dos Campos Gerais e apresenta a 3^o bacia do Estado do Paraná, sendo considerado o rio mais expressivo da região, é cortada por uma rede de pequenos rios ou córregos (MAPA 1), como por exemplo: Rio Alegre, Faisqueira.

Adequação ambiental



- Area_estudo
- Rios
- Estradas
- Talhoes

Telêmaco Borba



3000 0 3000 Meters

MAPA 1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 Clima

Em análise a classificação climática elaborada pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), o município de Telêmaco Borba, utilizando a classificação de W. Köppen, está sobre a influência de dois tipos climáticos (Tabela 1).

TABELA 1: TIPOS CLIMÁTICOS DA REGIÃO DE TELÊMACO BORBA

Clima	Características
Cfa	Clima subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco freqüentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.
Cfb	Clima temperado propriamente dito; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida.

FONTE: IAPAR

Se utilizarmos classificação de Strahler o clima é subtropical.

Os climas foram definidos a partir da temperatura e precipitação. Às chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, onde a precipitação média anual do município varia de 1400 a 1600 mm, sendo o trimestre mais chuvoso em dezembro, janeiro e fevereiro com a média de 500 a 600 mm, e o trimestre mais seco caracterizado entre os meses de junho, julho e agosto, com variação de 225 a 250 mm.

A umidade relativa do ar que é o índice mais conhecido para descrever o conteúdo de vapor d'água, a variação está entre 70 e 75%.

Com relação ao vento predominante, o mesmo caracteriza-se como sendo de sudeste, onde os ventos de sul e leste representam a segunda e a terceira direção de ventos com maior ocorrência.

3.2 MATERIAIS

3.2.1 Base Cartográfica

A base cartográfica foi fornecida por uma empresa da área florestal e abrange parte de sua área reflorestada.

Os shapes (estradas, talhões) foram obtidos através de receptores de satélites GPS com precisão centimétrica, os quais também são usados para atualização da base cartográfica quando necessário.

As curvas de nível (shape de altimetria), foi conseguido pela mesma empresa junto ao Exército – DSG e representam a declividade do solo em equidistâncias de 20 metros.

O shape “rios” que representa a hidrografia da região estudada foi gerado através de mapas da hidrografia da região.

Outros materiais empregados para a realização do trabalho:

- Imagem digital obtida pelo Satélite Landsat 7, Sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*), de 11/10/2003 - Banda Pancromática com resolução de 15m - Referencia Espacial SAD_1669_UTM_Zona_22S.
- Imagem digital colorida do mesmo satélite com resolução 30m. Ambas adquiridas pela empresa junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

3.2.2 Dados de Atributos

Cada shape está vinculado a uma tabela com extensão “dbf”, nesta tabela estão relacionadas às informações que caracterizam o objeto (ANEXO A, figuras 2 a 5).

3.2.3 Softwares

O processamento dos dados foi realizado com os seguintes sistemas computacionais:

- ArcView v. 3.1
- ArcGIS v. 9.0
- ArcExplorer v. 2.0
- CorelDraw v. 11
- Adobe Photoshop v. 7.0

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Base Legal para Delimitação das Áreas de Preservação Permanentes - APPs.

Para delimitação das áreas de preservação utilizou-se a regulamentação dada pela legislação citada no anexo D.

Obs. Os itens d, f, g, e h, da referida legislação, não foram abordados com relação as APPs, em virtude da área estudada não apresentar características que necessitem o desenvolvimento de uma metodologia para sua delimitação, ou seja, a região não apresenta morros, montes, montanhas ou serras, não apresenta dunas e nem mangue, não apresenta tabuleiros e/ou chapadas e apresenta uma altitude bem inferior a 1800 metros, variando de 660 a 880 metros apenas.

3.3.2 Representação das Nascentes

Para representar as nascentes foi utilizado o “ArcCatalog” do ArcGIS 9.0 e criado um shapefile com topologia de ponto. Através da ferramenta de edição “Editor” do ArcGIS 9.0, o shapefile foi editado marcando-se pontos na cabeceira dos rios, representando as nascentes.

3.3.3 Delimitação das APPs – Nascentes e Rios

A delimitação das áreas de preservação ao redor das nascentes, rios e lagos, levou em consideração o artigo 2º da lei nº 4.771/65, alterado pela redação da lei nº 7.803 de 18.7.1989, que define as distâncias mínimas que devem ser mantidas ao

redor dos referidos corpos d'água. A figura 1 exemplifica estas medidas. Utilizou-se a ferramenta "Mapa de Distância" presente no *ArcGIS 9.0*, para a criação dos "buffers" representando as respectivas APPs.



FIGURA 1 – DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE
FONTE: INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ

3.3.4 Delimitação das Encostas com Declividade acima de 45°

As curvas de nível foram trabalhadas com o "3D Analyst" do *ArcGIS 9.0*, gerando os seguintes modelos digitais: modelo de elevação, modelo de declividade e faces de declividade. Para a reclassificação do modelo de declividade, utilizou-se como base, as classes de declividade apresentada nos Anais do III Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto de Aracaju - SE.

3.3.5 Definição das Áreas Conflitantes

Com as áreas de preservação demarcadas, selecionaram-se os talhões por espécies (pinus e eucalipto), em seguida, sobrepueram-se talhões e APPs, utilizando a ferramenta intersecção do “*ArcToolbox*”, gerando as áreas conflitantes por espécie.

3.3.6 Determinação das Áreas para Reposição

Através da ferramenta de seleção do *ArcView* 9.0, foram selecionadas todas as áreas conflitantes por espécies, dentre os talhões que estavam irregulares. Com a ferramenta de “Cálculo de Área” do mesmo software, calculou-se a área para cada região conflitante. Por meio da tabela de atributos, obteve-se a área total por espécie. Somando-se a área das duas espécies, pinus e eucalipto, obteve-se a área total a ser recomposta com espécies nativas.

3.3.7 Determinação da Fragilidade Ambiental Parcial

Para determinação da fragilidade ambiental da área, tomou-se como base a metodologia proposta por ROSS (1994), através de uma hierarquia nominal de fragilidades representadas pelos códigos: muito fraca (1), fraca (2), média (3), forte (4) e muito forte (5). Estas categorias expressam especialmente a fragilidade do ambiente em relação aos processos ocasionado pelo escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais. Em virtude da inexistência de dados, como por exemplo: mapa de solo, mapa de cobertura de uso do solo detalhado, considerou-se a fragilidade parcial, ou seja, apenas pelo fator declividade. O procedimento foi cruzar as áreas dos talhões com o mapa de declividade reclassificado segundo proposta de ROSS (1994), gerando as áreas com maior ou menor risco de fragilidade ambiental parcial dentro dos talhões.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE AO REDOR DE RIOS E NASCENTES

O art. 2º, da Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, alterado pela redação da lei nº 7.803 de 18.7.1989, define as áreas que devem ser mantidas como preservação permanente.

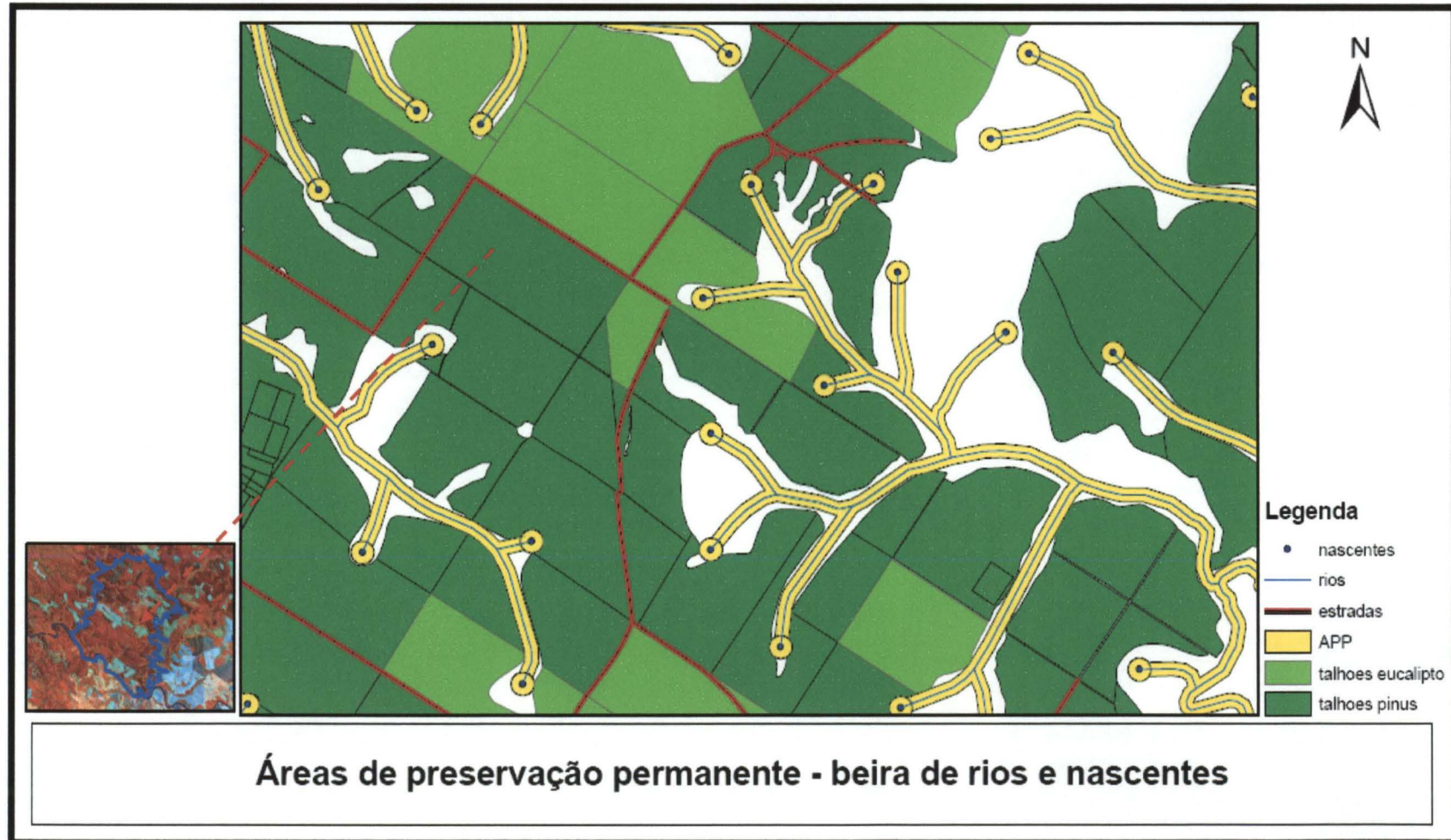
Baseando-se no referido artigo, criou-se o mapa contendo as áreas a serem preservadas. Estas áreas são variáveis em função da largura dos rios, sendo que para os rios com até 10 m de largura, a área preservada deverá ser de 30 m para os dois lados. Já para rios com larguras entre 10 e 50 m, a área a ser considerada será de 50 m. As nascentes devem ter 50 m do seu entorno preservadas. A tabela 2 relaciona a área total em hectares e em porcentagem que devem ser preservadas.

TABELA 2: QUANTIFICAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM RIOS E NASCENTES

ÁREA DE ESTUDO - 8.285,4 ha		
	área (ha)	% da área total
APP (rios e nascentes)	1.107	13,4

As áreas de preservação permanente têm várias funções, uma delas é reduzir a velocidade das chuvas, evitando a erosão e o assoreamento dos rios. Outra função importante das áreas de preservação é manter um ambiente heterogêneo e propício ao desenvolvimento e deslocamento da fauna, além de fornecer através da sua diversidade, alimento para os diversos animais terrestres e aquáticos.

Pode-se notar pelo mapa 2 que há conflitos entre os talhões e as áreas de preservação. Este conflito fica mais evidente nas áreas ao redor das nascentes, visto que é muito difícil demarcá-las com exatidão. Esta dificuldade pode ser tanto pela sua dimensão, ficando muitas vezes encobertas pela vegetação, quanto pela sua sazonalidade, onde em alguns períodos do ano, não apresentam água corrente.



MAPA 2 – ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

4.2 ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM TERRENOS COM DECLIVIDADE ACIMA DE 45 °

A tabela 3 apresenta as classes de declividade e foi obtida do III Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento remoto de Aracaju/SE. Serviu de base para reclassificação e verificação das áreas de preservação permanente em terrenos acima de 45°. Com a reclassificação pretendeu-se destacar as áreas que, de acordo com a legislação deveriam ser preservadas, ou seja, áreas com declividade acima de 45°.

TABELA 3 – BASE PARA RECLASSIFICAÇÃO DAS DECLIVIDADES DA ÁREA DE ESTUDO

Nome da classe	Declividade (graus)
Plano	0 a 3
Suave ondulado	3 a 8
Moderadamente ondulado	8 a 13
Ondulado	13 a 20
Forte ondulado	20 a 45
Montanhoso ou escarpado	>45

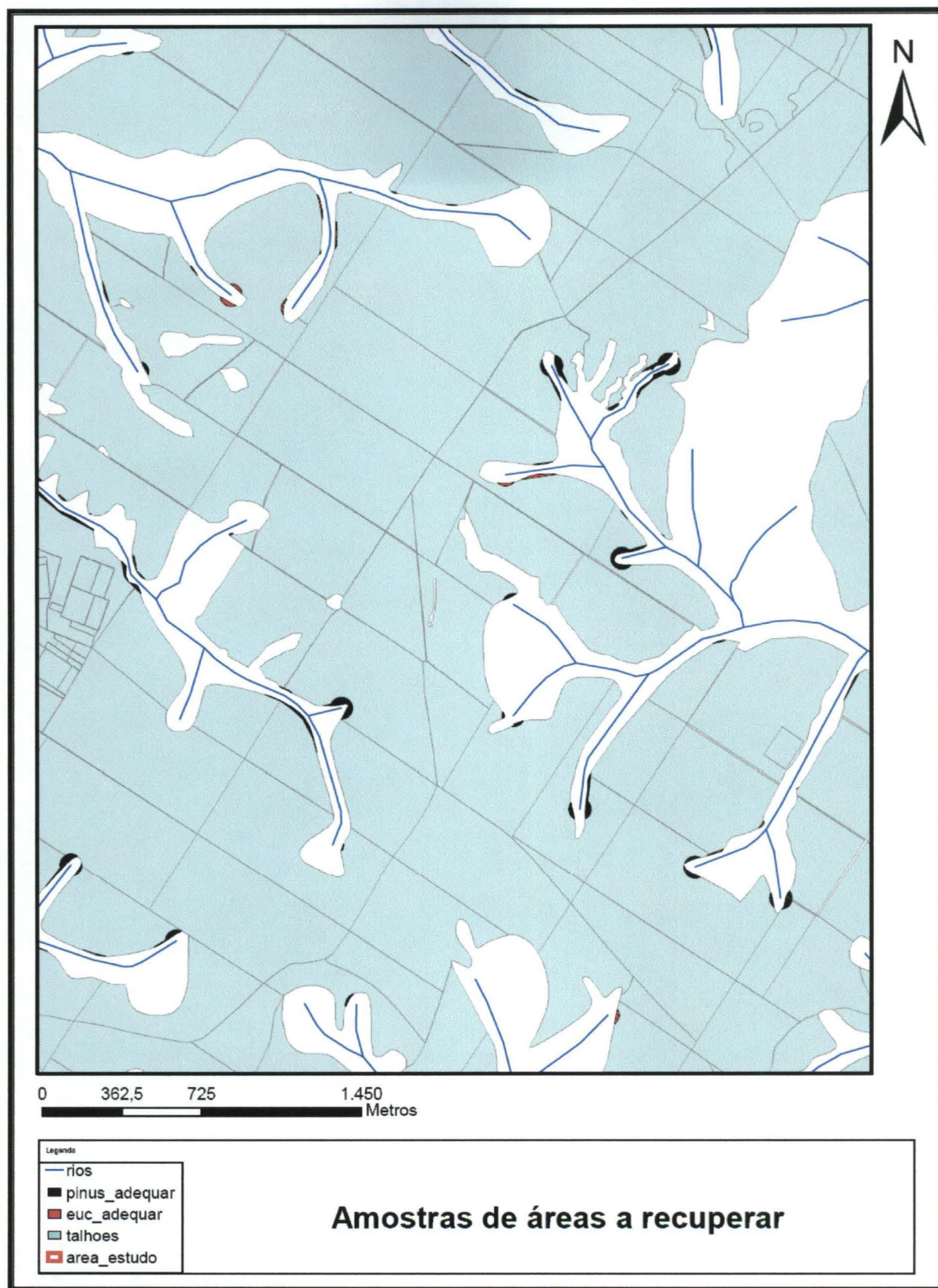
FONTE: Anais – III Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aracaju/SE.

A criação do mapa de declividade utilizando as curvas de nível de 20 metros de equidistância, permitiu a caracterização do terreno. Mesmo com limitação na análise em função das curvas de nível serem distantes uma das outras, sua aplicação ajudou a modelar o terreno dentro da faixa de altitude da região (660 a 880m). O resultado foi que, os relevos planos variando até suave ondulados, foram os que mais predominaram na região, com pouca ou inexpressiva ocorrência de declividade forte ondulada ou montanhosa, e quando isto ocorreu, se deu principalmente fora dos talhões em áreas já preservadas na beira dos rios.

4.3 CONFLITOS ENTRE REFLORESTAMENTOS E ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

As áreas conflitantes foram calculadas mediante o cruzamento das áreas de preservação permanente com as áreas de plantio. Isso foi conseguido pela utilização da ferramenta de intersecção do *Arc View* 9.0. O procedimento adotado considerou a determinação dos conflitos separadamente para as duas espécies exóticas estudadas, o motivo foi conseguir maior controle nas áreas a recuperar, tendo em vista que cada espécie apresenta características peculiares, que vão desde: tamanho da copa, deposição de serrapilheira, maior ou menor capacidade de brotação, entre outras. Algumas destas características são potenciais inibidoras do crescimento para as mudas recém plantadas, podendo competir por nutrientes ou por espaço. Como exemplo, pode-se citar o eucalyptus, que ao ser cortado emite brotações vigorosas podendo vir a atrapalhar o desenvolvimento das mudas se não for destocado ou desgalhado.

O mapa 3 permite a visualização das áreas conflitantes e sua distribuição pela coloração azul, mostrando que não se trata de apenas um plantio irregular, mas sim, do emprego de um procedimento de plantio que conduziu a irregularidade na maioria dos talhões implantados.



MAPA 3 – ÁREAS CONFLITANTES QUE DEVERÃO SER RECUPERADAS

4.4 QUANTIFICAÇÃO DAS ÁREAS A SEREM READEQUADAS

A partir do momento da delimitação das áreas irregulares, o próximo passo foi a quantificação das respectivas áreas. Inicialmente, quantificou-se por espécie irregular, depois pela área total irregular. Esta separação teve como propósito, permitir que diferentes manejos fossem aplicados na área antes do plantio das mudas e para facilitar a determinação da quantidade de mudas necessárias.

Na tabela 4 estão relacionadas as áreas a serem readequadas, a porcentagem em relação a área total por espécie, e a quantidade de mudas necessárias para a readequação da área irregular. Pode-se perceber que a porcentagem em relação ao total por espécie é inferior a 1% para ambas as espécies, caracterizando-se como uma pequena área conflitante.

TABELA 4 – ÁREA TOTAL A SER RECUPERADA POR ESPÉCIE E QUANTIDADE DE MUDAS

ESPÉCIE PINUS (área total)	3.894,2 (ha)		
ESPÉCIE EUCALIPTUS (área total)	1.263,8 (ha)		
	área (ha)	% da área total	Qtde. de mudas de espécie nativas necessárias para recuperação da área
ÁREA DE PINUS A RECUPERAR	24,61	0,63	61.526
ÁREA DE EUCALIPTUS A RECUPERAR	3,4	0,27	8.417

Conforme a tabela 4, a área de pinus a ser readequada é mais expressiva, sendo que, dos quase 30 ha irregulares, 24,61 ha é desta espécie.

Para os 24,61 ha serão necessárias 61.526 mudas, considerando recomendações do IAP em relação ao espaçamento de plantio (2 metros x 2 metros).

A área de *eucalyptus* a ser readequada apesar de ser menor, 3,4 ha, exigirá intensos tratamentos culturais em função da sua brotação, que pode atrapalhar o desenvolvimento das mudas de espécies nativas. A quantidade de mudas é de 8.417, também considerando o espaçamento de 2 metros x 2 metros.

Para complementação do estudo, uma recomendação para adequação da área irregular é dada no ANEXO B.

4.5 FRAGILIDADE AMBIENTAL PARCIAL

Na metodologia descrita por ROSS (1994), que considera a fragilidade empírica, os procedimentos operacionais exigem num primeiro momento os estudos básicos do relevo, solo, geologia, clima, uso da terra e cobertura vegetal etc., e num segundo momento o cruzamento destas informações para se chegar a definição das áreas mais ou menos frágeis. Por se tratar de uma área pequena e exclusivamente florestal, e também pelas características da atividade, que tem ciclos longos e pouca ação humana, diferentemente da produção agrícola, espera-se que neste estudo haja um grau de fragilidade parcial fraca.

Em função da falta de informações como por exemplo: mapa de solo, uso da terra, dados de clima e geologia, recomendados por ROSS (1994), utilizou-se as classes de declividade e o mapa dos talhões, como parâmetros para se delimitar os graus de fragilidade ambiental parcial da área estudada.

Para cada classe de declividade foi atribuído um grau de fragilidade, (ROSS, 1994) (Tabela 4).

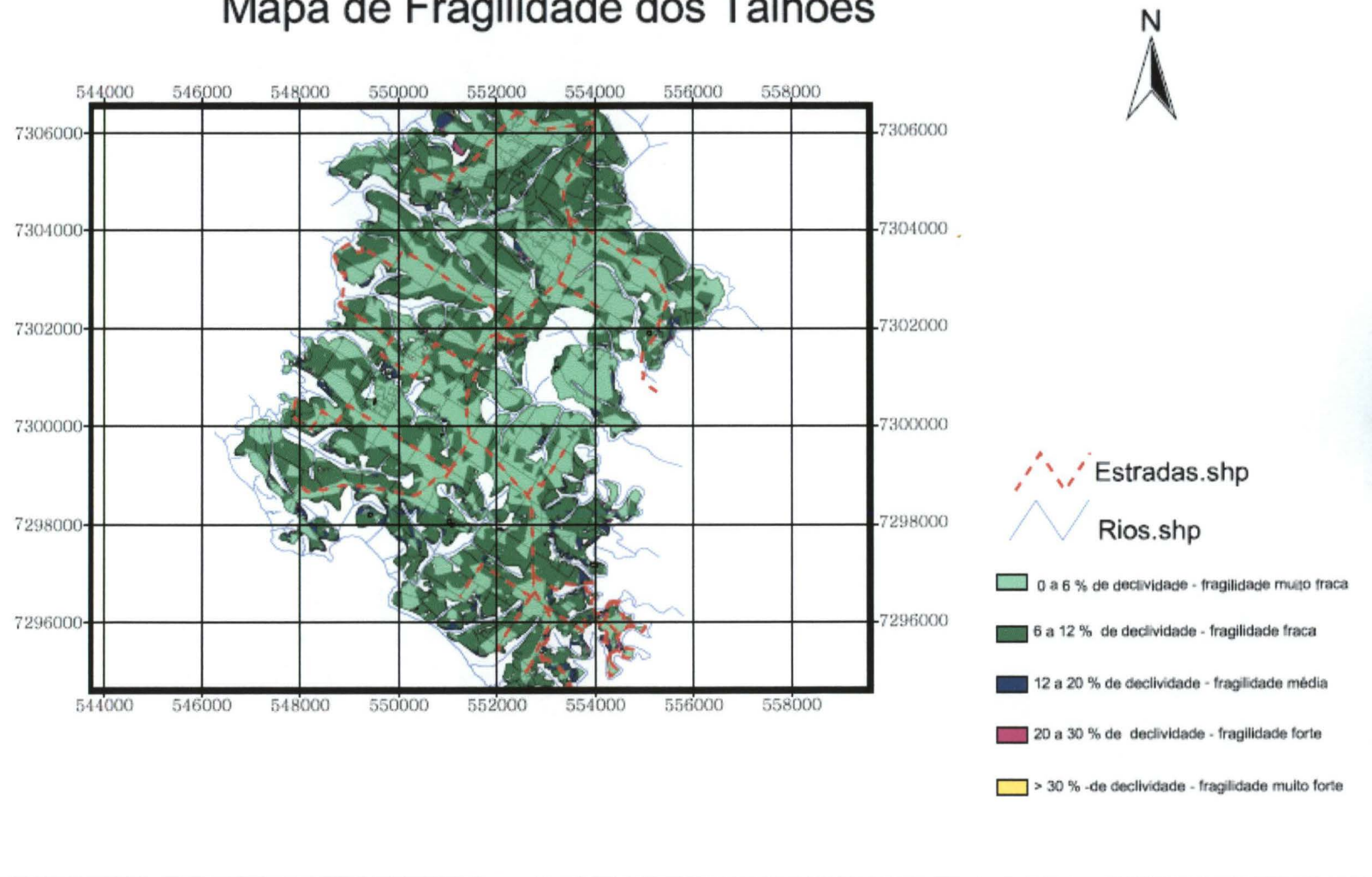
TABELA 5 - FAIXAS DE DECLIVIDADE E CORRESPONDENTE GRAU DE FRAGILIDADE

Fragilidade	Categorias hierárquicas	Código
Muito Fraca	até 6%	1
Fraca	de 6 a 12%	2
Média	de 12 a 20%	3
Forte	de 20 a 30%	4
Muito Forte	acima de 30%	5

FONTE: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2203-2210.

O mapa 4 apresenta os talhões e seus respectivos graus de fragilidade. Pode-se constatar que na maioria dos talhões, o grau de fragilidade varia de muito fraco (0 a 6% de declividade) à fraco (6 a 12% de declividade), com raras situações onde aparece o grau de fragilidade média (12 a 20% de declividade). São praticamente inexpressivos os locais onde aparece fragilidade forte (20 a 30% de declividade) e muito forte (>30% de declividade), demonstrando que a área estudada é composta na sua maioria, por terrenos planos e suaves ondulados. Vale lembrar também que, nas raras vezes que ocorreu o grau de fragilidade forte e muito forte, estas áreas não faziam parte das áreas de plantios florestais, estando naturalmente protegidas pela vegetação natural do local, portanto com menor possibilidade de ações antrópicas na época das atividades de silvicultura e colheita.

Mapa de Fragilidade dos Talhões



MAPA 4 – MAPA DE FRAGILIDADE PARCIAL DOS TALHÕES

5 CONCLUSÃO

O uso de ferramentas de geoprocessamento facilitou a visualização e permitiu a análise da área estudada. O cruzamento de informações (legislação florestal x informações locais), gerou outras informações importantes que auxiliaram a constatação de irregularidades nas áreas de plantio.

A área estudada não atende ao artigo 2º da lei nº 4.771/65, alterado pela redação da lei nº 7.803 de 18.7.1989, quanto às áreas de preservação permanente, muitos talhões se estendem sobre áreas que deveriam ser destinadas as APP's.

A área de estudo apresenta uma rede hidrográfica bem distribuída, com a maioria dos rios estreitos variando de 0 a 10 metros, isto influencia no total das áreas de preservação permanente. Esta influência é confirmada pela porcentagem em relação a área total estudada, situando-se próximo a 13,5% desta área.

Em relação aos rios, as nascentes apresentam suas áreas de preservação mais alteradas por plantios florestais de espécies exóticas, provavelmente isto se deva a sua área de proteção adjacente ser maior em função da legislação e também pelas próprias características das nascentes, que em alguns casos são intermitentes, apresentando dificuldades no seu correto posicionamento e delimitação da sua área de preservação.

As áreas com declives ou encostas superiores a 45 graus são pouco expressivas na região, não aparecendo como área conflitante em termos de preservação em relação aos plantios florestais.

As áreas irregulares variam de poucos metros a 1,3 ha para as espécies de pinus, totalizando uma área de 24,61 ha a serem recuperadas, ou seja, 0,63% da área total estudada. Já a variação para as espécies de eucaliptos, é de poucos metros até 0,7 ha, totalizando 3,4 ha, ou seja, 0,27% da área total estudada. Esta variação provavelmente seja em função do percentual plantado que é maior para a espécie pinus. Isto permite chegar a conclusão de que os tratos culturais poderão ser menos

intenso durante o período de readequação, pelo fato da espécie pinus não apresentar brotações que poderiam ser competidoras com as mudas na questão de luz e até de nutrientes como, ocorre com a espécie *eucalyptus*.

Utilizando as curvas de nível de 20 em 20 metros e o mapa de declividade gerado por meio das mesmas, pode-se constatar que o grau de fragilidade ambiental parcial na maior parte da área de estudo apresenta-se variando de muito fraco a fraco.

O mapeamento da fragilidade ambiental parcial considerou apenas a declividade como fator limitante. Para melhor caracterização da área, outras variáveis com seus devidos pesos, devem participar do processo de decisão, como por exemplo: mapa de solo, mapa de cobertura de solo, precipitação, clima, entre outros.

REFERÊNCIAS

Alho, J.M.; Kangas, J. Analyzing uncertainties in experts' opinions of forest plan performance. **Forest Science**, v. 43, n. 4, p. 521-528, 1997.

ANDRADE, J. B. de; ANDRADE, R. do R. de.SOUTO, R. B.; ZUNINO, L, A. A Importância do GPS no mapeamento florestal, In: I SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTLA. Curitiba, 1994, Anais..., p. 41-48.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E., ed. Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 1993. 274 p.

BECKER, B. K. & EGLER, C. A. G. **Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 43pp. 1997.

CÂMARA, G. Anatomia de sistemas de informações geográficas: visão atual e perspectivas de evolução. In: ASSAD, ED.: SANO, EE. Sistemas de informações Geográficas: aplicações na agricultura. Brasília: EMBRAPA, 1993. p.15-37.

CARMEAN, w. h. Black oak site quality in realltion to soil and topography in southeastem Ohio. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.29, n3, p.805-810, 1967.

CARMEAN, W. H. Forest site quality evaluation in the United States. **Advances in Agronomy**, v. 27, p.209-269, 1975.

CARMO, D. N. C.; RESENDE, M.; SILVA, T. C. A. Avaliação da aptidão das terras para eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. Relação solo-eucalipto. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. p.187-235.

COILE, T.S. Soil and the growth of forests. **Advances in agronomy**, NewYork, 4: 329-98, 1952.

COULSON, R. N.; NOVELADY, C. L.; FLAMM, R. O.; SPRADING, S. L.; SAUNDERS, M. C. Intelligent geographic information systems for natural resource

management. In: TURNER, M. G.; GARDNER, R. H. (Ed.). **Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity**. New York: Springer-Verlag. 1991. p. 153-171.

COUTO, H. t. Z. do. **Sistemas de informações geográficas: aplicações florestais**. Série técnica IPEF, v.28, n9, p.1-18, 1993.

FABRES, A. S. BARROS, N. F. NOVAIS, R. F. produtividade e exportação de nutrientes em eucaliptos e identificação de sítios visando o manejo do solo e o manejo florestal em áreas da CENIBRA. **Relatório Anual/Programa 86-87**, Viçosa: Convênio SIF/UFV, 1987. 142p.

Falcão, A. O.; Próspero, M. S.; Borges, J. G. A real-time visualization tool for forest ecosystem management decision support. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 53, p. 3–12, 2006.

FARNSWORTH, C. E.; LEAF, A. L. An Approach to soil site problems: sugar maple-soil relations in New York. In: NORTH AMERICAN FOREST SOILS CONFERENCE, 2, Corvallis, 1963. **Forest-soils relationship in North American**. Corvallis Oregon State University Press, 1963, p. 279-298.

Floriani, N. **Avaliação da fragilidade geossistêmica de uma microbacia sobre geologia cárstica: potencial e limitações**. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciências do Solo), Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 147 p. 2003.

GRIFFITH, J. J.; JUCKSCH, I.; DIAS, L. E. **Roteiro metodológico para zoneamento de áreas de proteção ambiental**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; Ibama, 1995. 37 p. Projeto BRA/90/010.

HANNAH, P. R. **Topography & soils relations for white and black oak in Southern Indiana**, Washington: Forest Service, 1968b. 7p. (Research Paper, NC-25).

Kawakubo, F. S.; Morato, R. G.; Campos, K. C.; Luchiari, A.; Ross, J. L. S. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 2203-2210. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/rep/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.19.44>>. Acesso em: 06 maio 2006.

LOBO, M. L. C. **O Urbanismo e as novas tecnologias**. Tese para professor titular da UFPR, 1993.

PABLO, C. L. DE; AGAR, P. M. de; BARTUREN, R.; NICOLAS, J. P.; PINEDA, F. D. Design of a information system for environmental planning and management (SIPA). **Journal of Environmental Management**, New York, v. 40, p. 231-243, 1994.

RALSTON, C. W. Evaluation of forest site productivity. In: ROMBERGER, T. A.; MIKOLA, P. **International review of forest research**. New York: Academic Press, v.1, p.171-201, 1964.

RESENDE, M. Aplicação de conhecimento pedológico à conservação de solos. **Informe Agropecuário**, v.11, n.128, p.3-18, 1985.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 2 ed. Viçosa: NEPUT, 1997. 367p.

REZENDE, S. B. Estado de crono-toposequência em Viçosa, Minas gerais. Viçosa, 1971. 71p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

RIPPLE, W. J. (Ed.). **The GIS applications book: examples in natural resources: a compendium**. Maryland: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1994. 380 p.

ROSA, R. e Brito, J.L.S. **Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica**. 1. ed. Uberlândia, Ed. Da Universidade Federal de Uberlândia, 1996. v. 1. 108 p.

Ross, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. n.8, p.63-74. 1994.

SANO, E. E.; ASSAD, E. D.; MOREIRA, L.; MACEDO, J.; STONER, E. *Utilização do SGI/INPE na caracterização ambiental dos campos experimentais do CPAC/EMBRAPA*. São Paulo: USP – Escola Politécnica, p.273-282, 1990.

Spörl, C. **Análise da Fragilidade Ambiental Relevo-Solo com Aplicação de Três Modelos Alternativos nas Altas Bacias do Rio Jaguari-Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata**. 2001. 159 p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001.

VALENZUELA, Carlos – *Introduction to Geographic Information System*. ITC, Enchede, 1989, 208p.

WEBER; E. Introdução a sistemas de informação geográfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 20., 2001. Porto Alegre: **Anais...** Porto Alegre: Editorado em CD-ROOM, 41 p.

ANEXO A – BASE CARTOGRÁFICA

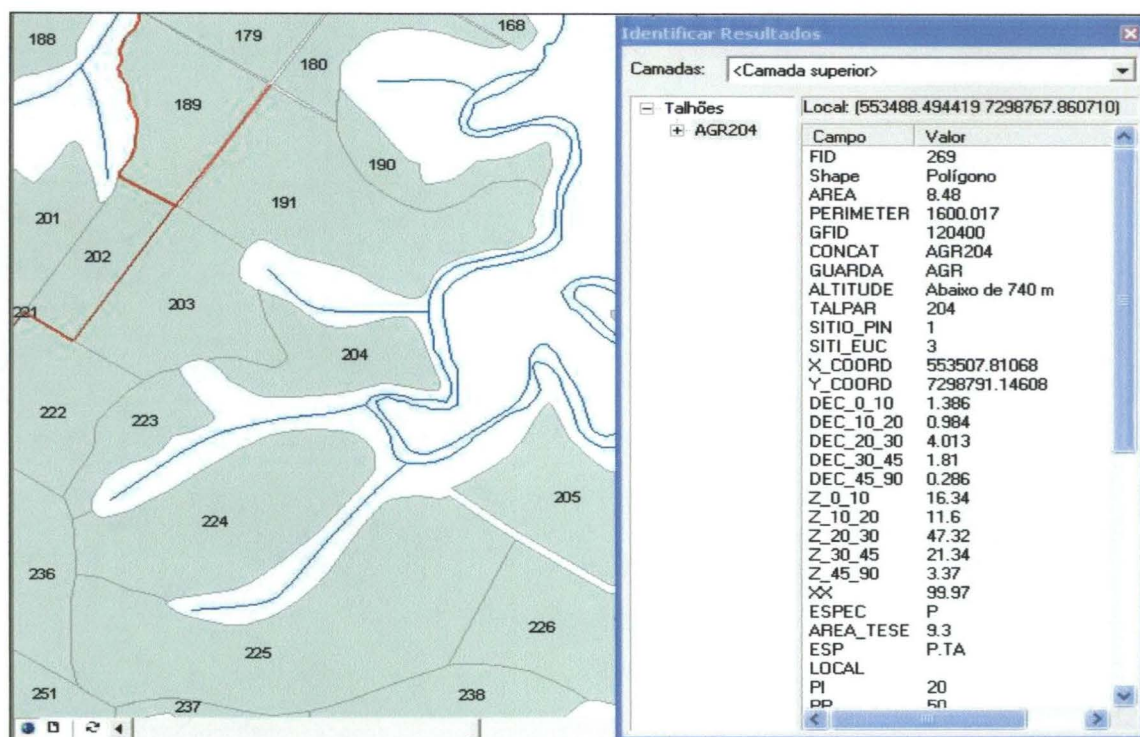


FIGURA 2 – SHAPE E ATRIBUTOS DOS TALHÕES

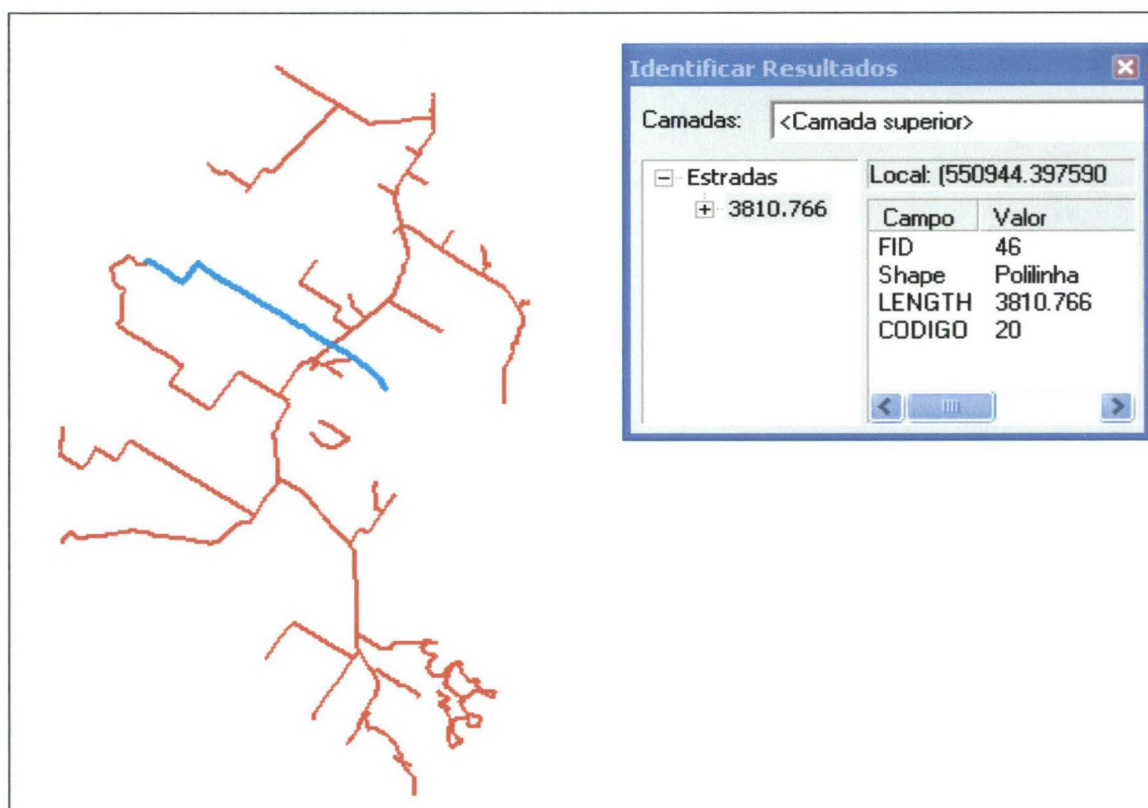


FIGURA 3 – SHAPE E ATRIBUTOS DAS ESTRADAS

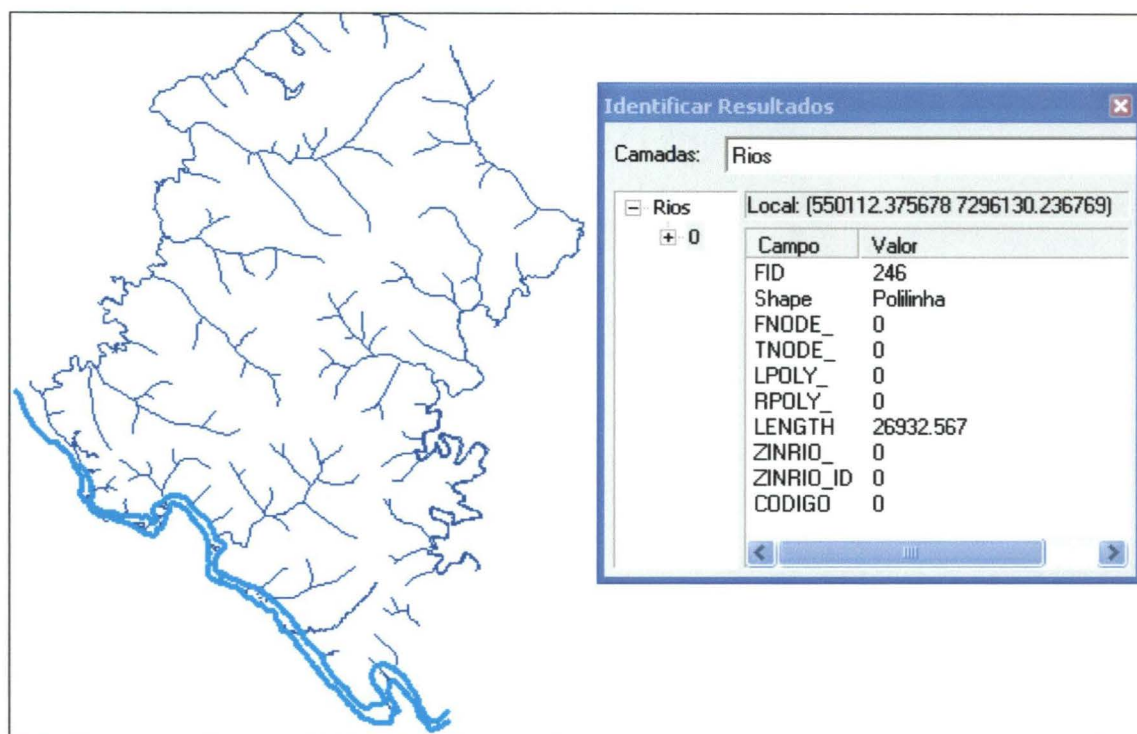


FIGURA 4 – SHAPE E ATRIBUTOS DOS RIOS

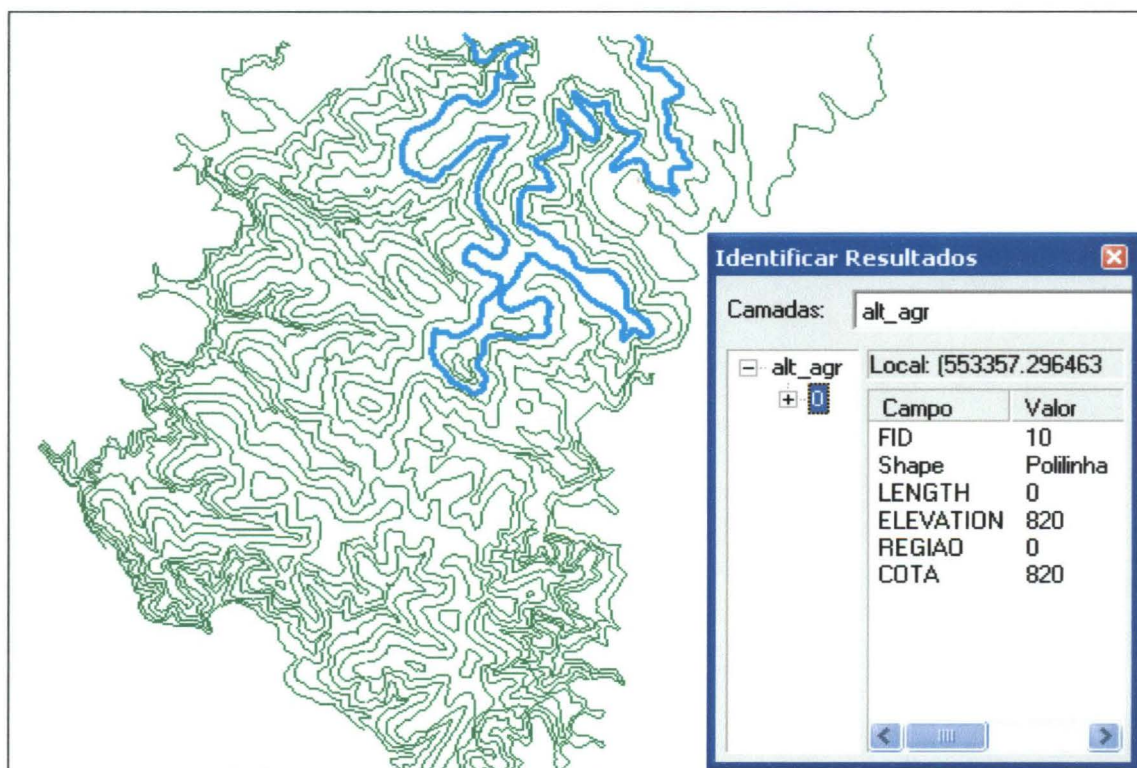


FIGURA 5 – SHAPE E ATRIBUTOS DAS CURVAS DE NIVEL

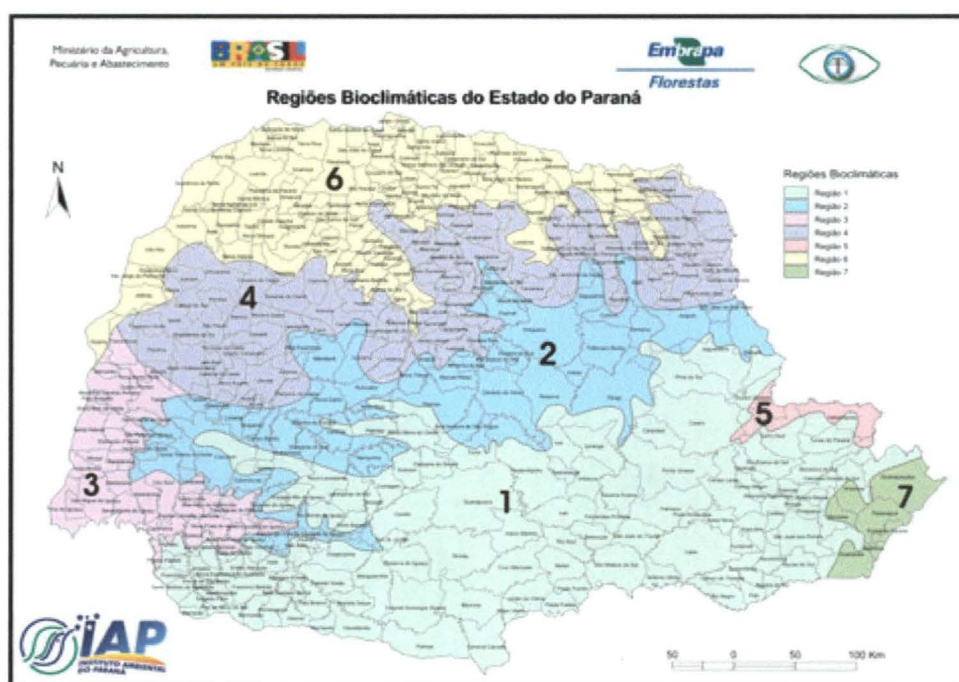
ANEXO B - SUGESTÃO PARA RECOMPOSIÇÃO DA ÁREA

Para a reposição da vegetação nativa, recomenda-se adotar a regulamentação do IAP, que utiliza listas de espécies nativas de acordo com a região bioclimática do estado. As áreas a serem recompostas deverão considerar as espécies que constam na sua região bioclimática.

DEFINIÇÃO DO MÉTODO DE REPOSIÇÃO

Depois de determinada a área e a quantidade de mudas, outro passo importante é a definição do método para a reposição.

De acordo com a regulamentação do IAP, na recomposição da vegetação nativa, deve-se utilizar espécies nativas presentes na região bioclimática específica da área a ser recomposta. O Mapa 5 apresenta a divisão do Estado do Paraná em 7 regiões bioclimáticas, sendo que cada uma apresenta uma lista de espécies nativas específicas descritas no ANEXO C, tabelas 6 a 8. Este procedimento evita que sejam plantadas espécies que não se adaptem ao ambiente e conseqüentemente apresentem desenvolvimento irregular ou até mesmo venham a morrer com o tempo.



MAPA 5 – REGIÕES BIOCLIMÁTICAS DO ESTADO DO PARANÁ
 FONTE: Instituto Ambiental do Paraná

Após a escolha das espécies, o próximo passo é planejar a melhor maneira de se plantar as mudas. O IAP faz algumas recomendações importantes para recuperação de matas ciliares:

1. É fundamental o isolamento da área de animais de qualquer espécie;
2. Se houver capim ou outra vegetação rasteira é recomendado o coroamento do local onde será plantada a muda, com a enxada. Se não houver controle do mato as mudas podem morrer ou não se desenvolver por faltada d'água, luz e nutrientes;
3. A recomendação geral segundo o IAP, é o plantio de mudas de espécies pioneiras e secundárias tolerantes ao sol e de crescimento rápido e com um espaçamento de 2 metros entre linhas por 2 metros entre covas. Existem alternativas de plantio em faixas, em ilhas e também quando houver bastante vegetação nativa nas imediações, pode ser feito o simples abandono da área.

Outras alternativas podem ser empregadas, inclusive a que segue abaixo:

A retirada das espécies exóticas através de desbastes leves seguidos de adensamentos com mudas de espécies nativas tolerantes a sombra, é outra opção menos impactante. Neste caso, este procedimento deverá ser realizado até que haja a conversão total da área irregular;

A limpeza da área excedente através do corte raso e o estímulo à regeneração natural (remoção da serrapilheira, brotações, instalação de poleiros, entre outras), é outra maneira mais barata de cumprir a legislação., neste caso, quando a espécie apresentar rebrota, esta, deverá ser manejada de maneira a não causar concorrência ao estabelecimento das espécies nativas.

ANEXO C – RELAÇÃO DE ESPÉCIES RECOMENDADAS PARA RECUPERAÇÃO DE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS

TABELA 6 – ESPÉCIES PIONEIRAS

RELAÇÃO DE ESPÉCIES POR REGIÃO CLIMÁTICA											
Nome vulgar	Duração	Regiões bioclimáticas							Adaptação a:		Zoocoria
	de vida	1	2	3	4	5	6	7	Terrenos rasos	Terrenos úmidos	ou Zoofilia
									ou pedregosos		
aleluia	L	I	I	I	I	N	I	N		a nas RBs 5 e 7	
bracatinga	L	N	N						m		
bracatinga-de-arapoti	M	N	N	I	I		N		a	a	
bracatinga-de-campo-mourão	C	N	N	I	N				a	a	
capixingui	M		N		N		N				
corticeira-do-litoral								N		a	
crindeúva	C ou M			N	N	N	N	N	m		O
embaúbas				N	N	N	N	N		a	Q
fumeiros		N	N	N	N	N	N	N	m		O
juqueri	M	N	N						a	a	
maricá	L	N	N	I	I	N	I	N	a	a	
mutambo	M ou L						N				
pau-de-sangue		N				N		N			
pau-de-gaiola	C ou M	N	N	N	N	N	N	N			O
quaresmeira								N	m		
sangra-d'água				N	N		N			a	
vassoura-vermelha	C					I		N	a		
vassourão preto		N	N								

FONTE: IAP

Legenda:

Duração de vida: L(longa); M (média); C (curta);

Adaptação a solos com características especiais: a (alta) m (moderada);

Espécie: N (nativa) I (introduzida);

Zoocoria e zoofilia: O (ornitocoria - pássaros); Q(quirotterapia - morcego); M(zoocoria por mamíferos); OF (polinização por pássaros); QF (polinização por morcegos).

TABELA 7 – ESPÉCIES SECUNDÁRIAS

RELAÇÃO DE ESPÉCIES POR REGIÃO CLIMÁTICA											
Nome vulgar	Regiões bioclimáticas							Adaptação a:		Zoocoria ou Zoofilia	SI ou ST
	1	2	3	4	5	6	7	Terrenos rasos ou pedregosos	Terrenos úmidos		
açoita-cavalo	N	N	N	N	N	N	N	Adaptação a:	m	OF	SI/ST
amendoim-bravo			N	N		N					SI
angico-vermelho (com acúleos)			X	X		N					SI
angico-branco	N	N	I	N	N	N	N				SI
angico-do-cerrado		N		N		N					SI
angico-vermelho, guaruaia	N	N	N	N		N					SI
araruva				N		N					SI
araribá-amarelo					N		N				SI/ST
araticum-cagão				N	N	N	N			M	SI
aroeira-preta	N	N	N	N	N	N	N	m	m	O	SI
cambará	N	N	N	N	N	N	N				SI
canafistula		N	N	N	N	N					SI
canela-branca	N	N	N	N	N	N	N				ST/SI
canela-guaicá	N	N	N	N	N	N	N			O	SI/ST
canjarana	N	N	N	N	N	N	N				ST
capororoca	N	N	N	N	N	N	N	m		O	SI
capororocão	N	N	N	N	N	N	N			O	ST/SI
cedro	N	N	N	N	N	N	N				ST/SI
corticeira-do-banhado	N	N							a		SI
farinha-seca			N	N		N					ST/SI
feijão-cru			N	N		N					SI
genipapo						N			a	O,M	SI/ST
guaiuvira		N	N	N		N					SI/ST
guapuruvu					N		N				SI
guaricica							N				SI
guaritá							N				ST/SI
ingazeiro, ingá-do-brejo			N	N	N	N	N		a	QF, M	SI
ingá-feijão		N	N	N	N	N	N		m	QF, M	SI/ST
ingá-macaco, ingá-ferradura					N	N	N		m	QF, M	SI
ingá-vermelho, ingá-cipó							N		m	QF, M	SI
ipê-tabaco						N					SI/ST
jacatirão-açu					N		N			O	SI/ST
jaracatiá			N	N		N				O	SI/ST
jequitibá-branco					N	N	N				ST
louro-branco			N	N		N					SI
louro-pardo	N	N	N	N		N					SI/ST
mandiocão		N	N		N		N			O,M	SI
paineira		N	N	N		N				OF,QF	SI/ST
pau-d'alho						N					SI/ST
pau-formiga						N			a		SI
pau-de-violão					N	N	N		a	O	SI
pau-jacaré		N		N	N	N	N				SI
pau-marfim		N	N	N		N					ST
peito-de-pomba					N	N	N	m	m	O,M	SI
pessegueiro-bravo	N	N	N	N		N				O	ST
peroba-rosa			N	N		N					ST
pinheiro-bravo	N									O	ST
pinheiro-do-paraná	N	N	N							O,M	SI/ST
salseiro	N	N							a		SI
sobrasil						N					SI
timbaúva			N	N	N	N	N				ST/SI

FONTE: IAP

Legenda:

SI= secundária inicial; ST=secundária tardia.

TABELA 8 – ESPÉCIES CLIMAX

RELAÇÃO DE ESPÉCIES POR REGIÃO CLIMÁTICA										
Nome vulgar	Regiões bioclimáticas							Adaptação a:		Zoocoria ou
	1	2	3	4	5	6	7	Terrenos rasos ou pedregosos	Terrenos úmidos	Zoofilia
baguaçu				N	N	N	N		a	O
cabelo-de-anjo	N	N	N			N			m	
erva-mate	N	N	N							O
guarantã						N				
guatambu-branco						N				
leiteiro			N	N		N				O
guanandi,mangue					N	N	N		a	Q
palmito					N	N	N		m	O, M
pitanga	N	N	N	N	N	N	N		m	O, M
uvaia	N									O, M

FONTE: IAP

ANEXO D – LEGISLAÇÃO

LEI FEDERAL 4.771 E LEI 7.803

art. 2º, Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, alterada pela redação da lei nº 7.803 de 18.7.1989, define área de preservação permanente como as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

- a) Ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:
 - 1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - 2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
 - 3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
 - 4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; **(Número acrescentado pela Lei nº 7.511, de 7.7.1986 e alterado pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989).**
 - 5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; **(Número acrescentado pela Lei nº 7.511, de 7.7.1986 e alterado pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989).**
- b) Ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
- c) Nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;
- d) No topo de morros, montes, montanhas e serras;
- e) Nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;
- f) Nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- g) Nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
- h) Em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.