

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOMÁTICA**

**USO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NA
DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO
PERMANENTE.**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

Lúcio de Paula Amaral

**Santa Maria, RS, Brasil
2008**

**USO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NA
DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO
PERMANENTE**

por

Lúcio de Paula Amaral

Monografia apresentada ao Curso de Especialização do Programa de Pós-Graduação em Geomática, Área de Concentração em Tecnologia da Geoinformação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Especialista em Geomática

Orientador: Prof. Dr. Pedro Roberto de Azambuja Madruga

Santa Maria, RS, Brasil

2008

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Geomática**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Monografia de Especialização

**USO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NA
DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE**

elaborada por
Lúcio de Paula Amaral

Como requisito parcial para a obtenção do grau de
Especialista em Geomática

COMISSÃO EXAMINADORA:

Pedro Roberto de Azambuja Madruga, Dr.
(Presidente/Orientador)

Luciano Farinha Watzlawick, Dr. (UNICENTRO/PR)

Adriana Gindri Salbego, Ms. (UFSM)

Santa Maria, 30 de janeiro de 2008.

Dedico aos meus queridos pais, José Ulisses e Vera Lúcia, e à toda minha família, que são as bases do que fui, sou e serei, como pessoa, homem e profissional.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas graças e oportunidade concedidas.

A toda Equipe do Laboratório de Geoprocessamento, CCR-DER, Universidade Federal de Santa Maria, e em especial ao meu Orientador Professor Dr. Pedro Roberto de Azambuja Madruga, pela orientação, pelos recursos e estrutura disponibilizados, pela hospitalidade e amizade.

A BEAL – BERTOLINI EMPREENDIMENTOS AGROPECUÁRIOS LTDA., por permitir o uso dos dados e disponibilizar a área de estudo.

Aos professores pelo conhecimento compartilhado.

Aos meus amigos, que não citarei os nomes, pelo simples fato de poder cometer alguma injustiça deixando de citar algum deles, devido ao grande número de pessoas que me propiciaram tamanho orgulho e prazer em conviver durante esse período. Vocês foram extremamente importantes para mim, levarei comigo tudo o que aprendi durante nossa convivência.

Aos meus pais agradeço por acreditarem na importância dos estudos, por tudo que me deram e têm-me dado ao longo de suas vidas, pelos exemplos do que é ser família, do que é ter compromisso para com o trabalho, e amor ao meio rural. Também pelo exemplo de caráter, humildade, senso crítico e brio, perseverança, seriedade e profissionalismo a mim transmitidos.

Agradeço ainda, àquela pessoal especial, que apesar de tudo que aconteceu conosco, contribuiu muito para a conclusão deste trabalho. A ela o meu agradecimento especial.

Agradeço a todas as pessoas que me aconselharam, motivaram, orientaram, reforçaram, cuidaram, ouviram, protegeram e colaboraram ao longo deste trabalho. Espero encontrar melhor forma e momento para dizer a todos o meu muito obrigado.

RESUMO

Monografia de Especialização
Programa de Pós-Graduação em Geomática
Universidade Federal de Santa Maria

USO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NA DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

AUTOR: LÚCIO DE PAULA AMARAL

ORIENTADOR: PEDRO ROBERTO DE AZAMBUJA MADRUGA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 30 de janeiro de 2008.

As técnicas de geoprocessamento e as geotecnologias podem ser utilizadas na determinação de áreas de preservação permanente (APP's). Os objetivos deste trabalho são as determinações das APP's, dos limites físicos e a elaboração de mapas temáticos (Uso do Solo, Carta Imagem, Classes de Declividade, APP's e Conflito de Uso do Solo) para a Fazenda Bertolini, "Sede 400", Rio Pardo-RS. A problemática abordada é o excesso de APP's na propriedade comprometendo sua viabilidade técnica e econômica. O limite e área da propriedade (13.590,10 m - 818,53 ha) foram obtidos com uso de GPS, pós-processamento e correções a partir da imagem Ikonos II georreferenciada. Os usos do solo foram identificados na imagem por interpretação visual, onde a pastagem é o maior uso (542,12 ha – 66,23%). O relevo é plano (0–3% de declividade) em sua maior parte, 608,35 ha, não se encontrando morros e áreas com declividade superior ou igual a 45°. As APP's, 524,99 ha (312,92 ha de faixas marginais e 212,07 ha de banhados), representam 64,14% da propriedade, obtidas devido à presença de rede de drenagem, banhados, nascentes e lâminas d'água. Observaram-se também conflito de uso do solo - pastagens em APP's (518,46 ha, 98,76%), descumprindo sua função ambiental, e alterações na hidrografia, drenagem por canais observados na imagem. Atendendo as exigências legais a propriedade será inviabilizada, pois a legislação não permite exploração econômica direta nas APP's. Essa situação apenas mudará com a alteração da legislação. As técnicas e materiais utilizados, bem como os mapas elaborados atenderam aos objetivos.

Palavras-chave: geoprocessamento, propriedade rural, áreas de preservação permanente, legislação ambiental.

ABSTRACT

Monograph of Expertise
Programa de Pós-Graduação em Geomática
Universidade Federal de Santa Maria

USE OF TECHNIQUES FOR GEOPROCESSING IN THE DETERMINATION OF AREAS PERMANENT PRESERVATION

AUTHOR: LÚCIO DE PAULA AMARAL

ADVISER: PEDRO ROBERTO DE AZAMBUJA MADRUGA

Place And Date of Examination: Santa Maria, 30 de janeiro de 2008.

The techniques of geoprocessing and geotechnologies can be used in the determination of permanent preservation areas (PPA). The objectives of this work are the determinations of PPA the physical limits and the elaboration of thematic maps (Land Use, Letter Image, Classes of Slope, PPA and Conflict of Land Use) for the Farm Bertolini, "Sede 400", (river) Rio Pardo-RS. The issue raised is in excess of PPA property compromising their technical and economic viability. The limit in area of the property (13.590,10 m – 818,53 ha) were obtained with the use of GPS, post-processing and corrections from the georeferenced Ikonos II image. The land use were identified in the image by visual interpretation, where the pasture is the bigger use (542,12 ha – 66,23%). The relief is plain (0-3% slope) for the most part, 608,35 ha, is not hills and areas with slope greater or equal to 45°. The PPA, 524,99 ha (312,92 ha of buffer and 212,07 ha of bathed), representing 64,14% of the property, obtained due to the presence of a network drainage, bathed, springs and water slides. It was also observed the use land conflict - pasture on PPA (518,46 ha, 98,76%), not fulfilling their function environment, and changes in the hydrography, by drainage channels seen in the image. Attempt the legal requirements the property will not be feasible, because the law does not allow direct economic exploration in PPA. This situation will only change with the alteration of the legislation. The techniques and materials used and the maps elaborated attempt the objectives.

Keywords: geoprocessing, property rural, areas of permanent preservation, environmental legislation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Conseqüências do uso do solo inadequado	18
FIGURA 2 - Resultado do uso adequado do solo	19
FIGURA 3 - Função primordial de proteção dos recursos hídricos. Áreas de Preservação Permanente, Artigo 2º, Lei n. 4.771/65	20
FIGURA 4 - Situação atual de uso da maioria das propriedades rurais brasileiras	22
FIGURA 5 - Propriedade rural cumprindo a legislação ambiental vigente	22
FIGURA 6 - Propriedade rural usando a APP para compor os 20% da RL	23
FIGURA 7 - Projeção UTM e determinação de fusos	39
FIGURA 8 - Localização do município de Rio Pardo-RS.....	42
FIGURA 9 - Dados iniciais do trabalho armazenados no TrackMaker PRO	51
FIGURA 10 - Corte da imagem Ikonos para a área de estudo	52

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Principais características técnicas do Satélite Ikonos II	36
QUADRO 2 - Uso do solo da Sede 400	53

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Mapa de Uso do Solo Sede 400

APÊNDICE 2 - Carta Imagem da Sede 400

APÊNDICE 3 - Mapa das Classes de Declividade da Sede 400

APÊNDICE 4 - Mapa de Áreas de Preservação Permanente Sede 400

APÊNDICE 5 - Mapa de Conflitos de usos do solo Sede 400

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12	pg
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15	
2.1 Paisagem Rural	15	
2.2 Uso e ocupação do Solo	15	
2.3 Degradação Ambiental	16	
2.4 Microbacias Hidrográficas	19	
2.5 Propriedade Rural	20	
2.6 Legislação	24	
2.7 Planejamento de Propriedades Rurais	30	
2.8 Geoprocessamento	31	
2.9 Sistema de Posicionamento Global - GPS	32	
2.10 Sistema de Informações Geográficas - SIG's	33	
2.11 Sensoriamento Remoto	34	
2.12 Imagens	35	
2.12.1 Imagens Ikonos II	36	
2.13 Cartografia	37	
2.13.1 Sistema de Projeção Cartográfica	37	
2.13.2 Sistema de Projeção Transversa de Mercator - UTM	38	
2.13.3 Datum	40	
2.14 Mapas	40	
2.14.1 Mapas Base	40	

2.14.2 Mapas Temáticos	41
3 MÉTODOS E TÉCNICAS	42
3.1 Materiais	42
3.1.1 Área de Estudo	42
3.1.2 Base Cartográfica (mapa base)	44
3.1.3 Imagem de Alta Resolução	44
3.1.4 Aplicativos Computacionais.....	44
3.1.5 Receptores GPS	45
3.1.6 Marcos Identificados	45
3.1.7 Equipe de Trabalho	46
3.2 Técnicas	46
3.2.1 Procedimento de Campo e Coleta de Dados	47
3.2.2 Procedimento Laboratorial	47
3.2.3 Processo de Interpretação Visual dos Dados da Imagem de Alta Resolução	50
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	51
5 CONCLUSÕES	57
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
APÊNDICE	65
APÊNDICE 1	66
APÊNDICE 2	67
APÊNDICE 3	68
APÊNDICE 4	69
APÊNDICE 5	70

1 INTRODUÇÃO

Hoje há uma grande pressão sobre o meio ambiente e seus recursos, gerada principalmente pelo crescimento desorganizado dos centros urbanos, uso e ocupação do solo, e por um grande número de atividades exploratórias de alto impacto ambiental, como por exemplo, pecuária extensiva, agricultura convencional, desmatamento, drenagem de áreas úmidas, monoculturas em grandes áreas, entre outras.

O gerenciamento e uso adequado do meio ambiente, voltados ora para produção de matéria-prima, bens e serviços, ora para preservação, conservação e educação, são preceitos básicos, que exigem dos profissionais que atuam nesta área uma procura por ferramentas e meios de gerar informações confiáveis sobre diversos assuntos e interesses, como por exemplo, determinação de áreas protegidas por lei, locação de estradas, talhões, glebas, áreas frágeis sujeitas a degradação, entre outros. Hoje as geotecnologias desempenham esse papel de ferramenta e meios de geração de informações de alta confiança.

O uso de sistemas de informações geográficas (SIG) torna-se importante, pois possibilita análises espaciais, cruzamentos de planos de informações de forma organizada e criteriosa, processamento e armazenamento de dados georreferenciados referentes a grandes áreas, produção de informações de alto valor técnico, compondo um banco de dados geoespacial.

Os resultados do uso de tal ferramenta, são mapas temáticos, plantas de situação, e respostas a consultas ao banco de dados, entre outros, que são o diferencial seguro para tomadas de decisões quanto ao uso adequado de determinadas áreas, em especial, à localização das áreas de preservação permanente (APP's) e Reserva Legal (RL).

Deste modo, as técnicas de geoprocessamento, despertam interesses e exigem o seu domínio por profissionais nas mais variadas áreas, visto que a principal característica de atividades e estudos envolvendo o meio ambiente é a multidisciplinaridade de conhecimentos.

Geoprocessamento é um conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais, e de desenvolvimento e uso de sistemas que as utilizam (RODRIGUES, 1990).

Outro fato relevante é a característica que a propriedade rural apresenta em modificar o ambiente dentro de uma microbacia, em função das atividades realizadas.

No mundo todo, é cada vez mais forte o interesse e a necessidade de se estabelecer políticas adequadas de uso do solo, devido à aceleração dos processos de alteração da

paisagem pelo homem e seus reflexos em termos de um gradativo aumento da escassez de água, da degradação hidrológica das microbacias hidrográficas e das sentidas mudanças climáticas (LIMA, 2007).

O crescente processo de deterioração que tem atingido os corpos hídricos nas mais diferentes regiões do Brasil tem feito com que se busquem soluções, para assegurar a manutenção ou a recuperação do equilíbrio ambiental desses ecossistemas fluviais. Um componente importante para garantir as características naturais desses ecossistemas aquáticos são as matas ciliares. Para Cunha (2007), mata ciliar é a formação vegetal que ocorre nas margens dos rios, córregos, lagos, lagoas, olhos d'água, represas e nascentes, também chamadas de matas de galeria ou áreas ripárias.

Uma estratégia que visa integrar a conservação da água as atividades dentro de uma microbacia, é o planejamento deliberado da ocupação dos espaços produtivos da paisagem, respeitando as áreas de nítida vocação de proteção da Água, como são as cabeceiras de drenagem e áreas ripárias das microbacias. É importante ter em conta que, na natureza, a localização destas áreas ripárias das microbacias não coincide, necessariamente, como o que a lei define como área de preservação permanente. Ou seja, respeitar a lei já é um passo, mas não constitui estratégia suficiente para a conservação da água. Pela mesma razão, apenas restaurar as matas ciliares não vai tão pouco resolver o problema (LIMA, 2007).

O crescimento econômico e a exploração do meio rural têm sido constantemente prejudicados pela falta de um planejamento real, que tenha como base o conhecimento dos recursos naturais (DUARTE et al., 2004).

Na maioria dos países e também no Brasil os mecanismos de proteção ambiental são compostos por instrumentos de comando e controle, ou seja, por normas e padrões a serem seguidos, atribuindo penalidades aos que não as cumprem. No meio rural, esta forma de agir na tutela do meio ambiente tem trazido inúmeras dificuldades para que proprietários rurais promovam a gestão ambiental em suas propriedades de modo a garantir o seu sustento. A legislação ambiental no Brasil foi elaborada sem que se tomassem as precauções de socialização do conhecimento e também quanto à devida criação de alternativas que permitam planejar as mudanças necessárias. Com isto, hoje, os conflitos com as práticas agrícolas de muitos produtores rurais, localizados em áreas ambientalmente sensíveis, são inevitáveis, como é o caso de grande parcela de agricultores no Brasil (TOURINHO et al., 2007).

Tendo em vista todos estes aspectos, o objetivo deste trabalho é determinar as áreas de preservação permanente, utilizando ferramentas de geoprocessamento.

Especificado o objetivo geral, os objetivos específicos são determinar, conforme a legislação ambiental brasileira, as áreas consideradas como de preservação permanente e os limites físicos de uma propriedade rural, por meio de técnicas de geoprocessamento, elaborar mapas temáticos de uso do solo, de preservação permanente, das classes de declividade, mapa de conflito de usos do solo e carta imagem para a área de estudo.

Além da Introdução (capítulo 1), a monografia possui ainda mais 4 capítulos, o capítulo 2 Revisão Bibliográfica, o capítulo 3 Métodos e Técnicas, o capítulo 4 Resultados e Discussões e o capítulo 5 Conclusões.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Paisagem Rural

Bertrand (1971, apud FAJARDO, 2005) considera que paisagem não pode ser uma simples adição de elementos geográficos disparatados, mas consiste em uma determinada porção do espaço resultado da combinação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos.

Ao tratar do conceito de paisagem dentro da ótica da estruturação territorial no campo, temos que atentar ao significado dos termos trabalhados para que não haja confusão entre abordagens distintas, tendo em vista a própria imprecisão na diversidade conceitual. A terminologia “rural” na origem do significado latino “rus”, campo, tem duas acepções reconhecidas, uma no sentido de zona dedicada à exploração agrícola e outra como o termo que se opõe ao urbano. Atualmente uma tendência geral aponta para a segunda acepção (campo em oposição à cidade), a qual diferencia o rural de agrícola, criando a possibilidade de existirem zonas rurais não agrícolas (RIBAS VILAS, 1992 apud FAJARDO, 2005).

2.2 Uso e Ocupação do Solo

Segundo Rosa (1989), a expressão "uso do solo" pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. O levantamento do uso do solo é de grande importância, na medida em que os efeitos do mau uso causam deterioração no ambiente. Os processos de erosão intensos, as inundações, os assoreamentos desenfreados de reservatórios e cursos d' água são conseqüências do mau uso deste solo.

O estudo do uso e ocupação consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou pela caracterização dos tipos e categorias de vegetação natural que revestem o solo (FERREIRA et al., 2005).

A análise de características, como cobertura vegetal, topografia drenagem e tipo de solo, permite chegar ao uso racional e adequado de um determinado espaço geográfico. Dessa maneira, determinam-se áreas de preservação de mananciais, reservas florestais, áreas

agrícolas, distritos industriais e áreas de expansão urbana, para que o uso do solo obedeça às características naturais da bacia, e o planejamento considere o desenvolvimento sustentado (TUCCI, 1993).

Goes (1994), define planejamento territorial como um conjunto de posturas e ações políticas de base científica e/ou administrativa, aplicado numa determinada área, com fins de definir normas racionais de uso do meio ambiente e manter o equilíbrio ambiental. Segundo o autor, nesse planejamento, são executadas análises de situações reais, ou seja, inventários, avaliações, monitorias, entre outros.

Segundo Ramalho Filho et al. (1994), a aptidão das terras é definida por meio da comparação de suas condições agrícolas com níveis estipulados para cada classe, ou seja, deficiência de fertilidade, deficiência de água, susceptibilidade e impedimentos à mecanização.

Para Valente e Castro (1983), uma das dificuldades para o planejamento é a conciliação entre os programas conservacionistas e a exploração econômica. Muitas vezes, os proprietários dos minifúndios, que ocupam a bacia hidrográfica, salvo raras exceções, são poucos sensíveis aos aspectos da conservação do solo e da água.

Assistimos atualmente em nosso país, a ocupação do solo conduzida por pressões populacionais ou econômicas, em total desrespeito a aptidão agrícola das terras. A não adoção de critérios técnicos no planejamento tem agravado problemas ambientais. Lamentavelmente, o homem ao realizar a adaptação das terras para as explorações agrícolas, modifica as características dos solos e não absorve os fatores limitantes, favorecendo a agressão das mais variadas formas, tornando-os deteriorados (DUARTE et al., 2004).

2.3 Degradação Ambiental

Entende-se por ambiente as relações que existem entre o comportamento da natureza, o homem como núcleo familiar, e a estrutura política, econômica e social da sociedade (ROCHA, 1997). Ainda para o autor os conflitos de uso do solo figuram entre os maiores responsáveis pelas: erosões, assoreamentos de rios, de barragens, açudes, enchentes e efeitos de seca. Ocorrem conflitos de uso do solo quando as culturas agrícolas ou pastagens são desenvolvidas em áreas impróprias.

Segundo Casagrande (2004), a degradação ambiental parece ter as mesmas causas em várias partes do mundo, como os desmatamentos em áreas de preservação, queimadas empobrecendo o solo, uso inadequado do solo causando erosão, avanço descontrolado de áreas urbanas diminuindo a infiltração das águas e provocando maior escoamento superficial, lixo em locais inadequados, etc.

A deterioração dos recursos naturais, principalmente solo e água, vêm crescendo intensamente, atingindo níveis críticos, observada pelo assoreamento e poluição dos cursos e espelhos d'água. Em função disso, tem-se observado grande prejuízo a saúde dos seres vivos, destruição das estradas, de ponte e bueiros, riscos na geração de energia, escassez de água para irrigação e abastecimento, diminuição da renda líquida e, conseqüentemente, empobrecimento do meio rural com reflexos danosos para a economia nacional (BRASIL, 1987).

Os danos ambientais causados pelo homem aparecem de forma exponencial em todo o mundo, principalmente nos países em desenvolvimento, onde a conscientização da população com relação à degradação do ambiente está muitas vezes em segundo plano na lista de prioridades dos governos (CASAGRANDE, 2004).

A drástica redução das matas ciliares e a fragmentação das florestas em geral, verificadas nos últimos anos no Brasil, tem causado aumento significativo nos processos de erosão dos solos, com prejuízos a hidrologia regional, evidente redução da biodiversidade e degradação de imensas áreas (BARBOSA, 1999 apud RODRIGUES, 2004).

O nosso país é pleno de exemplos de degradação hidrológica, decorrentes da alteração da paisagem, do manejo inadequado, da erosão, da compactação do solo, de estradas mal desenhadas, da destruição das matas ciliares e conseqüente perda da resiliência das microbacias hidrográficas e diminuição da recarga dos aquíferos (LIMA, 2007).

A retirada da vegetação ciliar nas áreas rurais é comum como forma de aumentar as áreas de cultivo que, normalmente demandam grandes quantidades de terra. Além disso, os pecuaristas, freqüentemente, removem essa vegetação para o plantio de pasto, que serve de alimento para o gado, ou para facilitar o acesso desses animais até os rios, onde utilizam as águas para consumo. A retirada dessa vegetação faz com que as taxas de erosão nessas áreas aumentem pela exposição do solo (CUNHA, 2007).

A deterioração e a poluição dos recursos naturais podem ser modificados com a implantação de um programa racional de utilização e manejo desses recursos, com a participação total e direta das comunidades rurais (ASSAD et al., 1993). Para o alcance desta

meta, deve-se começar com o incremento da produção e da produtividade agropastoril, diminuição dos riscos de seca e de inundações, redução dos processos erosivos e preservação e/ou recuperação das reservas florestais nativas e das matas ciliares.

Para a Lima (1999, apud RODRIGUES, 2003), a saúde da microbacia deve-se a perpetuação de seu funcionamento hidrológico (vazão, quantidade e qualidade de água), de seu potencial produtivo ao longo do tempo (biogeoquímica) e da biodiversidade ao longo da paisagem (mata ciliar, zonas ripárias, reservas de vegetação natural, etc.).

Os efeitos da degradação do solo, da poluição das águas, e de muitos outros tipos de danos ambientais, assim como, o aumento da consciência na população da sua dependência do meio ambiente, em relação aos recursos naturais e a qualidade de vida, levaram nas últimas décadas a revisão, criação e ampliação de uma legislação disciplinadora do uso do ambiente (ATTANASIO et al., 2006).

Segundo Coiado (2001), a degradação das bacias hidrográficas pela ação do homem, como os desmatamentos desordenados, o uso irracional do solo pela agricultura, pastoreio, obras civis, etc..., associada aos fenômenos naturais de precipitação, como os verificados nas regiões tropicais, resulta em quantidades de solo (sedimento) que chegam aos rios e reservatórios, muito maiores que aquelas produzidas em centenas de anos em condições de equilíbrio ambiental.

Araújo et al. (2007), faz uma comparação, por meio de figuras (Figuras 1 e 2), de duas situações distintas, a primeira, é a representação de um ambiente degradado, e a segunda é a representação de um ambiente ocupado por técnicas conservacionistas de produção agrícola.



Figura 1 – Conseqüências do uso do solo inadequado

1. Terreno desmatado. 2. Terreno cultivado morro abaixo. 3. Assoreamento de rios e açudes. 4. Erosão com voçoroca invade terras cultivadas. 5. Êxodo rural. 6. Lavouras cultivadas sem proteção. 7. Pastagem exposta à erosão. 8. Inundações

Fonte: ARAÚJO et al. (2007)



Figura 2 – Resultado do uso adequado do solo

1. Terreno com exploração florestal. 2. Terreno cultivado em curva de nível e outras práticas conservacionistas. 3. Rios e açudes livres de assoreamento. 4. Culturas com práticas conservacionistas. 5. Desenvolvimento de comunidades agrícolas. 6. Áreas de pastagens protegidas contra a erosão. 7. Áreas de pastagens protegidas. 8. Inundações controladas e áreas agrícolas reaproveitadas

Fonte: ARAÚJO et al. (2007)

2.4 Microbacias Hidrográficas

A microbacia hidrográfica compreende uma área de formação natural, drenada por um curso d'água e seus afluentes, a montante de uma seção transversal considerada, para onde converge toda água da área considerada (BRASIL, 1987).

Segundo Moldan e Cerny (1994), a microbacia, do ponto de vista hidrológico, pode ser considerada como a menor área da paisagem capaz de integrar todos os componentes relacionados com a qualidade e a disponibilidade de água, como: atmosfera, vegetação natural, plantas cultivadas, solos, rochas subjacentes, corpos d'água e paisagem circundante.

2.5 Propriedade Rural

Uma propriedade rural, em função da legislação ambiental brasileira, está constituída hoje das seguintes situações:

a) a Área de Preservação Permanente (APP's), área protegida nos termos dos art. 2º e 3º da Lei Federal 4771, de 15 de Setembro de 1965 – Código Florestal, 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. É um instituto jurídico criado pela lei florestal, ainda que não coberta por floresta ou vegetação, que tem como função primordial a proteção dos recursos hídricos (Figura 3), mas engloba as outras funções citadas. Protege a lei a área, de acordo no que a própria lei determina ser a mesma, no seu segundo artigo.

A largura da faixa de mata ciliar a ser preservada esta relacionada com a distancia de margem a margem do curso d'água. A faixa mínima a ser preservada é de 30 metros, em cada margem, porém, essa largura pode variar bastante (CUNHA, 2007).



Figura 3 - Função primordial de proteção dos recursos hídricos. Áreas de Preservação Permanente, Artigo 2º, Lei n. 4.771/65

Fonte: MATA CILIAR (2007)

b) a Reserva Legal (RL), tratada no código florestal, em seu artigo 16, com redação inserida pela medida provisória que o alterou e encontra-se em vigor, é a 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, que corresponde a uma porcentagem da área total da propriedade rural, variando, dependendo do estado, de 20% (vários estados brasileiros) até 80% (estados do Norte), porcentagem que não inclui as APP's (FELIPE, 2007), e que pode ser explorada economicamente, desde que com menor impacto ambiental, tendo a exigência de ser ocupada com espécies florestais nativas e não sendo permitido o corte raso (ATTANASIO et al., 2006). A reserva legal tem a biodiversidade (de flora e fauna), como bem maior a ser preservado, existindo ainda outras situações que devem ser protegidas (FELIPE, 2007), e;

c) as áreas destinadas para produção (agrícola, pecuária, florestal, entre outras).

As duas primeiras situações são inteiramente reguladas pela legislação ambiental e a terceira apesar de ser regulada pela legislação agrícola, inclusive considerando a legislação referente aos aspectos de conservação de solo, está também relacionada à legislação ambiental, por ser a principal fonte de perturbação das duas primeiras (ATTANASIO et al., 2006).

O Código Florestal ainda traz o seguinte princípio: o uso das áreas de proteção permanente e reserva legal somente poderá ser autorizado por órgão competente nos termos da lei, desde que não descaracterize a função ambiental da área e sempre em função de dar cumprimento ao preceito Constitucional de conservar o meio ambiente para todos: para a geração presente e futura (FELIPE, 2007).

Para Tourinho e Passos (2007), a situação atual de uso da maioria das propriedades rurais está representada na Figura 4. Nesta forma de uso da terra, não está sendo cumprida à legislação ambiental. Mas o ganho ambiental seria extraordinário com a conscientização dos agricultores na aceitação de que se acrescidas as APP's no cômputo da RL, principalmente no caso das matas ciliares ao longo da rede de drenagem e outras áreas de preservação de uma bacia hidrográfica.



Figura 4 - Situação atual de uso da maioria das propriedades rurais brasileiras
 Fonte: TOURINHO e PASSOS (2007)

Com a legislação atual o produtor deveria deixar a sua propriedade como mostra a Figura 5, uma propriedade com reserva legal, áreas de preservação permanente e todas as outras condicionantes que a legislação exige (TOURINHO e PASSOS, 2007).

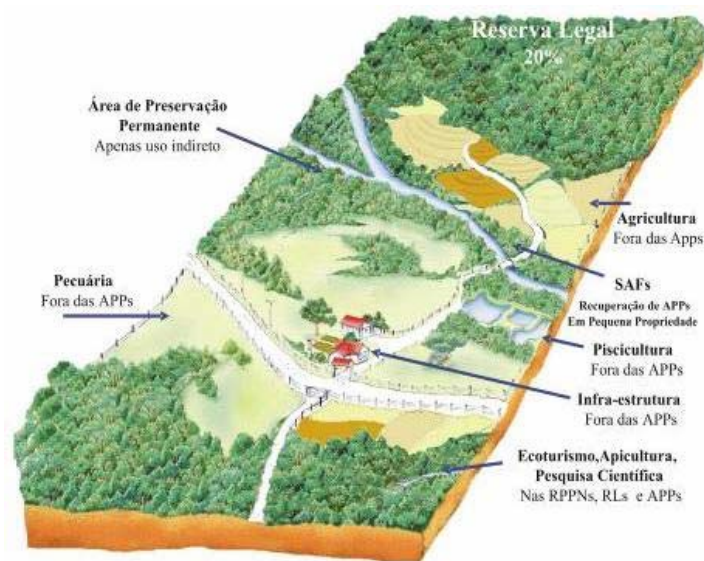


Figura 5 - Propriedade rural cumprindo a legislação ambiental vigente
 Fonte: TOURINHO e PASSOS (2007)

Entretanto, esta forma ideal de uso da terra limita economicamente algumas propriedades, a exemplo da analisada neste trabalho. Porém, observa-se que da legislação vigente, ainda surgem alternativas, que talvez num primeiro momento não sejam viáveis de implementação, mas com um planejamento ambiental podem ser utilizadas para viabilizar sustentabilidade das propriedades, como na aplicação do imposto ambiental; no arrendamento de florestas ou ainda nos condomínios (TOURINHO e PASSOS, 2007).

Ainda para o mesmo autor, uma alternativa, mas a curto prazo, para resolver o problema no campo com as atuações dos órgãos ambientais, da promotoria pública, de ongs e outros, seria mesmo uma nova discussão sobre o Código Florestal e sua implementação, modificando a legislação. Observa-se que mesmo com a legislação sendo aplicada, ainda existem muitas dúvidas na sua utilização prática, pois da forma como está sendo utilizada não resulta no efeito esperado. A proposta de poder-se computar as áreas de preservação permanentes no índice de reserva legal, passa a ser a melhor alternativa que já apareceu desde o início das discussões sobre atualização do Código Florestal, pois além de incentivar a recuperação das APP's, que já seria um grande feito para o meio ambiente, regularizaria a situação das propriedades rurais quanto à legislação. Estaria assim beneficiando os dois lados, o ambiental e o do produtor rural, embora muitos não pensem desta forma, e priorizem apenas o lado ambiental.

A Figura 6 mostra uma propriedade com todas as suas atividades econômicas e a mata ciliar, tendo também a função de reserva legal.



Figura 6 - Propriedade rural usando as APP's para compor os 20% da RL
Fonte: TOURINHO e PASSOS (2007)

Nos casos em que as áreas de preservação permanente e reserva legal comprometem a viabilidade econômica das propriedades rurais, o código florestal especifica o cômputo das áreas relativas à vegetação nativa existente em área de preservação permanente no cálculo do percentual de reserva legal conforme o artigo 16º.

Art. 16º

§ 6º Será admitido, pelo órgão ambiental competente, o cômputo das áreas relativas à vegetação nativa existente em área de preservação permanente no cálculo do percentual de reserva legal, desde que não implique em conversão de novas áreas para o uso alternativo do solo, e quando a soma da vegetação nativa em área de preservação permanente e reserva legal exceder a: (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)

I - oitenta por cento da propriedade rural localizada na Amazônia Legal; (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)

II - cinquenta por cento da propriedade rural localizada nas demais regiões do País; e (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)

III - vinte e cinco por cento da pequena propriedade definida pelas alíneas "b" e "c" do inciso I do § 2º do art. 1º. (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)

§ 7º O regime de uso da área de preservação permanente não se altera na hipótese prevista no § 6º. (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)

O Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul também aborda a questão do comprometimento econômico das propriedades rurais pelo excesso de áreas ocupadas pelas APP's. No seu artigo 9, o código florestal estadual estabelece:

Art. 9º - Na hipótese do artigo 8º, 20% (vinte por cento) da área com floresta nativa constituirá reserva florestal, imune ao corte, sendo vedada a alteração de sua destinação no caso de transmissão a qualquer título ou desmembramento da área.

§ 2º - Nas propriedades cuja vegetação de preservação permanente ultrapassar a 40% (quarenta por cento) da área total da propriedade, fica dispensada a reserva florestal prevista neste artigo.

2.6 Legislação

a) Constituição Federal de 1988.

Constituição Federal ou Carta Magna, se rígida, é o conjunto de normas (regras e princípios) supremos do ordenamento jurídico de um país. A Constituição limita o poder,

organiza o Estado, define direitos e garantias fundamentais. Se for flexível, suas normas desempenham a mesma função, mas encontram-se no nível hierárquico das normas legislativas. A teoria constitucional moderna, técnica específica de limitação do poder com fins garantistas, tem a sua origem nas Revoluções Estadunidense e Francesa e coincide com a positivação dos direitos fundamentais. Se rígida, a Constituição situa-se no topo da pirâmide normativa, e recebe nomes como Lei Fundamental, Lei Suprema, Lei das Leis, Lei Maior, Carta Magna (WIKIPÈDIA, 2007).

A Constituição brasileira de 1988 é a lei fundamental e suprema do Brasil, servindo de parâmetro de validade a todas as demais espécies normativas, situando-se no topo da pirâmide normativa. É a sétima a reger o Brasil desde a sua Independência (WIKIPÈDIA, 2007).

O artigo 255 dá tratamento especial à questão ambiental, instituindo o paradigma da função socioambiental de propriedade, onde não é mais possível exercer o direito à propriedade plena sem o respeito à função social, e também não é permitido o uso indiscriminado dos recursos ambientais (função ambiental da propriedade), não significando que os demais direitos, principalmente o direito de propriedade, possam ser aniquilados (FELIPE, 2007). O interesse comum na existência e no uso adequado das florestas está ligado, com forte vínculo, à função social da propriedade. A existência das florestas ou a destruição ou perecimento das mesmas podem configurar um atentado à função social e ecológica da propriedade (MACHADO, 2003).

CAPÍTULO VI DO MEIO AMBIENTE

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas; (Regulamento)

II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético; (Regulamento) (Regulamento)

III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção; (Regulamento)

IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade; (Regulamento)

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente; (Regulamento)

VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade. (Regulamento)

§ 2º - Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.

§ 3º - As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

§ 4º - A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.

§ 5º - São indisponíveis as terras devolutas ou arrecadadas pelos Estados, por ações discriminatórias, necessárias à proteção dos ecossistemas naturais.

§ 6º - As usinas que operem com reator nuclear deverão ter sua localização definida em lei federal, sem o que não poderão ser instaladas.

b) Lei Federal 4771 de 15 de Setembro de 1965 – Código Florestal Brasileiro.

Trata-se de lei federal, de âmbito geral, que norteia princípios que devem ser seguidos pelas unidades da federação, podendo as mesmas completar o código florestal, mas apenas podendo ser mais restritivas e nunca mais permissivas. Trata-se, portanto, de competência concorrente entre a União e as unidades da federação legislar sobre florestas, sendo de âmbito legislativo assim como estatuídas na Constituição Brasileira, diferente de competência comum, de âmbito administrativo, que obriga ao Poder Público (órgãos ambientais, por exemplo), editar normas para proteger a floresta – âmbito do Poder Executivo, (FELIPE, 2007).

Ainda para o mesmo autor, já no seu primeiro artigo a lei é bastante precisa, e encontra-se de acordo com a nossa Constituição: as florestas e demais formas de vegetação são bens de uso comum, sendo que o direito de propriedade deve ser exercido sobre elas com o devido cuidado descrito na lei, sob pena de desapropriação, ou seja, o uso nocivo da propriedade é autorizativo da intervenção estatal na modalidade de desapropriação para fins de reforma agrária.

Art. 1º As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade, com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem.

§ 1o As ações ou omissões contrárias às disposições deste Código na utilização e exploração das florestas e demais formas de vegetação são consideradas uso nocivo da propriedade, aplicando-se, para o caso, o procedimento sumário previsto no art. 275, inciso II, do Código de Processo Civil. (Renumerado do parágrafo único pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)

Para Machado (2003), o Código Florestal instituiu dois tipos de florestas de preservação permanente criadas pelo “só efeito da lei” (art. 2º) e as florestas de preservação permanente instituídas por ato do Poder Executivo (art. 3º). Ambas as florestas estão inseridas em um espaço que passou a ser modificável somente por lei. Assim, o art. 3º, parágrafo único, do código florestal está implicitamente revogado pela Constituição Federal, referindo-se à redação desse parágrafo, conforme disposto na medida provisória 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. Mas para Felipe (2007), nos vários incisos a lei descreve as áreas a serem assim consideradas e protegidas, à exceção de poucos itens que estão sem perfeita especificação técnica, como é o caso das áreas de topo de morro.

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, 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)

4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; (Redação dada 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; (Incluído 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)

Parágrafo único. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo. (Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

Art. 3º Consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:

- a) a atenuar a erosão das terras;
- b) a fixar as dunas;
- c) a formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;
- d) a auxiliar a defesa do território nacional a critério das autoridades militares;
- e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;
- f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;
- g) a manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;
- h) a assegurar condições de bem-estar público.

§ 1º A supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente só será admitida com prévia autorização do Poder Executivo Federal, quando for necessária à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social.

§ 2º As florestas que integram o Patrimônio Indígena ficam sujeitas ao regime de preservação permanente (letra g) pelo só efeito desta Lei.

Art. 3º-A. A exploração dos recursos florestais em terras indígenas somente poderá ser realizada pelas comunidades indígenas em regime de manejo florestal sustentável, para atender a sua subsistência, respeitados os arts. 2º e 3º deste Código. (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)

Parte dos estudiosos do direito tem entendido que, como a lei não determinou qual a área do topo de morro que seria considerada de preservação permanente, esta seria a mínima que está determinada na própria lei, ou seja, trinta metros do cume da elevação. O entendimento é baseado na justificativa de que, não dizendo a lei área maior, teve menor preocupação com esta característica topográfica e é, portanto, autorizável o entendimento dos trinta metros (FELIPE, 2007).

Por outro lado, segundo o mesmo autor, o órgão Conama – Conselho Nacional de Meio Ambiente, criado pela legislação de política ambiental brasileira como órgão do Poder Executivo, e detentor de autorização legal para atuar como órgão normativo em questões de ordem técnica, traçou diretrizes técnicas do que seria topo de morro (Resolução Conama 303) e como o mesmo deveria ser protegido.

c) Resolução Conama 302, de 20 de março de 2002.

Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

Art 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de:

I - trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais;

III - quinze metros, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até vinte hectares de superfície e localizados em área rural.

§ 1º Os limites da Área de Preservação Permanente, previstos no inciso I, poderão ser ampliados ou reduzidos, observando-se o patamar mínimo de trinta metros, conforme estabelecido no licenciamento ambiental e no plano de recursos hídricos da bacia onde o reservatório se insere, se houver.

d) Resolução Conama 303, de 20 de março de 2002.

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

Para Machado (2003), O Conama agiu de boa fé, mas nestas partes em que se ultrapassam os limites indicados em lei, as resoluções não têm força obrigatória. Esse Conselho não tem função legislativa, e nenhuma lei poderia conceder-lhe essa função, considerada uma patologia jurídica que precisa ser sanada.

e) Lei Estadual 8.518, de 21 de janeiro de 1992 - Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul.

Trata-se de lei estadual, que institui a política florestal do estado do Rio Grande do Sul, onde os seus principais objetivos são a preservação, conservação, uso, exploração, produção e comercialização de recursos e produtos florestais, entre outros, respeitando a hierarquia da legislação ambiental vigente.

Quanto ao uso do solo, geralmente cada município elabora seu zoneamento de uso e ocupação da terra ou parcelamento do solo, amparado pela Constituição Federal, legislação ambiental (federal, estadual e municipal), normalmente regulamentado pela lei orgânica do município ou pelo seu respectivo plano diretor municipal.

Observa-se também a Lei Federal n. 10.267, de 28 de agosto de 2001 e o Decreto 4.449, de 30 de outubro de 2002, instruindo o georreferenciamento de imóveis rurais.

2.7 Planejamento de Propriedades Rurais

O planejamento agrícola orientado por preceitos da política ambiental constitui um instrumento fundamental no processo de gestão do espaço rural, da atividade agropecuária e florestal. Este quando bem realizado racionaliza as ações, tornando-se instrumento de sistematização de informações, reflexão sobre os problemas e especulação de cenários potenciais para o aproveitamento dos recursos naturais (DUARTE et al., 2004).

Considerando que o uso do solo afeta diretamente a produção e transporte de sedimentos, as áreas de produção devem ter controle de erosão através de práticas adequadas de conservação e de manejo do solo; entre estas práticas estão as plantações em curva de nível, técnicas de plantio direto, construção de terraços, técnicas de caráter vegetativo, cobertura morta e qualquer outra prática que tenha por objetivo proteger o solo contra a ação das chuvas ou barrar o movimento da água sobre o mesmo. O desflorestamento de áreas de preservação permanente e as queimadas também promovem um impacto significativo na produção de sedimentos (CASAGRANDE, 2004).

O mais impressionante ainda é constatar que o agricultor, aquele que depende basicamente do solo agrícola para sobreviver concorra para facilitar a sua destruição (SILVA et al., 1999, apud DUARTE et al., 2004). Nas últimas décadas, o aumento da produção agrícola e da produtividade e, as conseqüentes intensificações do uso do solo, trouxeram preocupações relacionadas aos impactos ambientais e à conservação dos recursos naturais a curto, médio, e longo prazo.

Segundo Araújo et al. (2007), uma propriedade rural deve ser utilizada segundo práticas de planejamento conservacionistas, que indicam o emprego de práticas vegetativas (florestamento e reflorestamento, plantas de cobertura, cobertura morta, rotação de culturas, formação e manejo de pastagem, cultura em faixa, faixa de bordadura, quebra vento e bosque sombreador, cordão vegetativo permanente, manejo do mato e alternância de capinas); práticas edáficas (cultivo de acordo com a capacidade de uso da terra, não uso de queimadas, adubação verde/química/orgânica, calagem); e práticas mecânicas (preparo do solo e plantio em nível, distribuição adequada dos caminhos, sulcos e camalhões em pastagens, enleiramento em contorno, terraceamento, subsolagem, plantio direto, irrigação e drenagem); entre outros. A escolha dos métodos / práticas de prevenção à erosão é feita em função dos aspectos ambientais e sócio-econômicos de cada propriedade e região. Cada prática, aplicada

isoladamente, previne apenas de maneira parcial o problema, sendo necessária a adoção simultânea de um conjunto de práticas.

Ainda para o mesmo autor, dentre os princípios fundamentais do planejamento de uso do solo, destaca-se um maior aproveitamento das águas das chuvas. Evitando-se perdas excessivas por escoamento superficial, podem-se criar condições para que a água pluvial se infiltre no solo. Isto, além de garantir o suprimento de água para as culturas, criações e comunidades, previne a erosão, evita inundações e assoreamento dos rios, assim como abastece os lençóis freáticos que alimentam os cursos de água. Uma cobertura vegetal adequada assume importância fundamental para a diminuição do impacto das gotas de chuva. Há redução da velocidade das águas que escorrem sobre o terreno, possibilitando maior infiltração de água no solo e, diminuição do carreamento das suas partículas.

2.8 Geoprocessamento

Amparar decisões sobre o parcelamento uso e ocupação do solo, planejar empreendimentos, preocupando-se com as questões ambientais, no meio rural ou urbano, exige um conhecimento multidisciplinar, uma vez que todo o planejamento físico depende fundamentalmente de informações atualizadas sobre a estrutura, dinâmica e impactos da estrutura fundiária de um país, estado, município ou microbacia hidrográfica.

Deste modo, Assad e Sano (1998), comentam que o principal objetivo do geoprocessamento é fornecer ferramentas computacionais, para que os diferentes analistas determinem as evoluções espacial e temporal de um fenômeno geográfico e suas inter-relações.

Segundo Teixeira (1997), geoprocessamento é a tecnologia que abrange o conjunto de procedimentos de entrada, manipulação, armazenamento e análise de dados espacialmente referenciados.

Geoprocessamento é o conjunto de pelo menos quatro categorias de técnicas relacionadas ao tratamento da informação espacial (FATORGIS, 2007):

- Técnicas para coleta de informação espacial (Cartografia, Sensoriamento Remoto, Sistema de Posicionamento Global - GPS, Topografia convencional, Fotogrametria, levantamento

de dados alfanuméricos); Técnicas de armazenamento de informação espacial (bancos de dados – orientado a objetos, relacional, hierárquico, etc.)

- Técnicas para tratamento e análise de informação espacial, como modelagem de dados, geoestatística, aritmética lógica, funções topológicas, Redes; e
- Técnicas para o uso integrado de informação espacial, como os sistemas GIS – Geographic Information Systems, LIS – Land Information Systems, AM/FM – Automated Mapping/Facilities Management, CADD – Computer-Aided Drafting and Design.

Neste sentido, Assad e Sano (1998), comentam também que as aplicações do geoprocessamento são muitas. Entre elas podemos destacar a estruturação de dados geoambientais nos diferentes contextos, tais como: fazenda experimental; microbacia hidrográfica; planejamento municipal; expansão da fronteira agrícola e caracterização ambiental; caracterização e avaliação da funcionalidade de reservas biológicas; monitoramento da ocupação agrícola; avaliações das terras para agricultura (considerando-se a aptidão da terra e como deve ser seu manejo); caracterização espaço-temporal, entre outras.

2.9 Sistema de Posicionamento Global - GPS

O GPS, ou MAVSTAR (NAVigation Satellite whit Time and Ranging), é um sistema de radio navegação, baseado em transmissão e recepção de sinais de radio frequência em uma faixa muito alta (1,2 a 1,6 Ghz), em que os satélites transmitem os sinais da Banda L e os rastreadores recebem e codificam estes sinais que são utilizados para determinar a distancia entre cada satélite rastreado e a antena do receptor. Este sistema foi desenvolvido pelo departamento de defesa dos Estados Unidos da América – DoD (Departament of Defense), com o intuito de ser o principal sistema de navegação das forcas armadas americanas (MONICO, 2000).

Para Monico (2000), em razão da alta acurácea proporcionada pelo sistema e do grande desenvolvimento da tecnologia envolvida nos receptores GPS, uma grande comunidade usuária emergiu dos mais variados segmentos da comunidade civil (navegação, posicionamento geodésico, agricultura posicionamento de frotas, etc.).

O principio básico da navegação pelo GPS consiste na medida da distancia entre o usuário e quatro satélites. Conhecendo as coordenadas dos satélites, num sistema de

referencia apropriado, é possível calcular as coordenadas da antena do usuário no mesmo sistema de referencia dos satélites. Do ponto de vista geométrico, apenas três distâncias, desde que não pertencentes ao mesmo plano, seriam suficientes. Nesse caso, o problema se reduziria a solução de um sistema de três equações, a três incógnitas (X, Y e Z). A quarta medida é necessária em razão do não-sincronismo entre os relógios dos satélites e o do usuário, adicionando a incógnita tempo (T) ao problema (MONICO, 2000).

Ainda para o mesmo os fundamentos básicos do GPS, baseiam-se na determinação das distancias entre um ponto (receptor) a 3 pontos de referencia (satélites). Sabendo-se as distancias que separam os receptores e os satélites, é possível determinar através da intersecção de três esferas, cujos raios são as distancias medias entre os receptores e os satélites. Na pratica são necessários quatro satélites para determinar a posição.

2.10 Sistemas de Informações Geográficas - SIG's

Os SIG's são realmente uma convergência de campos tecnológicos e disciplinas tradicionais. Em cada simulação ou modelagem, aparecem algumas das técnicas que servem de base para a implementação de SIG. Os SIG's, para atenderem as expectativas dos usuários e a demanda da sociedade, necessitam do apoio de vários campos do conhecimento humano. São eles: ciência da computação, gerenciamento de informações, cartografia, geodésica, fotogrametria, topografia, processamento digital de imagens e geografia (SILVA, 2003).

O sistema de informações geográficas começou a ser desenvolvido nos anos 60 para combinar e sobrepor mapas de dados em um único. Nos anos 70, no Laboratório Computacional da Escola de Planejamento Urbano da Universidade de Harvard, surge o primeiro projeto de SIG, denominado SYMAP, que fazia mapas de declividade com o auxilio de uma impressora matricial que imprimia áreas mais ou menos escuras. O primeiro programa com funcionalidade SIG foi o Odissey, desenvolvido pelo mesmo laboratório. O uso de SIG evoluiu significativamente a partir dos anos 80 (PIMENTEL, 2005).

Para Silva (2003), a definição de SIG é um enorme desafio devidos as seguintes razões:

- Os SIG's são uma tecnologia relativamente recente e, nos últimos 30 anos, houve um crescimento muito rápido tanto teórico quanto tecnológico e organizacional da teoria da comunicação.
- A orientação comercial da utilização dos SIG's gerou figuras de linguagem que engrandecem ou diminuem em demasia a verdade dos fatos.
- O crescimento vertiginoso de sistemas computacionais que suportam os SIG's gerou figuras de retórica e neologismo.
- O aumento do número de consultores em SIG provocou o aparecimento de informações confiantes sobre o que realmente significa SIG.
- A diversidade do uso dos SIG's possibilitou que grupos heterogêneos formulassem diversos conceitos sobre SIG.
- A definição de SIG também tem sido dificultada pelo debate acadêmico, envolvendo qual seria o enfoque principal dos SIG's.

Para Pimentel (2005), as principais características do SIG, são:

- Integrar em uma base de dados, as informações espaciais dos dados cartográficos, censo ou cadastros urbano ou rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos do terreno;
- Oferecer formas de combinação às várias informações, através dos algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo desta base de dados.

Ainda para o mesmo autor, em qualquer área de aplicação há pelo menos três maneiras de utilizar um SIG:

- Como ferramenta para produção de mapas;
- Como suporte para análise espacial de fenômenos;
- Como banco de dados geográficos, como funções de armazenamento e recuperação da informação espacial.

2.11 Sensoriamento Remoto

Com a evolução da informática e dos sistemas de tomadas de imagens, cada vez mais os planejadores tendem a fazer uso do Sensoriamento Remoto e do Sistema de Informações

Geográficas como forma de obter produtos que sirvam de ferramenta para levantamento de dados. Estes dados são utilizados para efetuar planejamentos com maior precisão e com economia de tempo.

Conforme descrito por Silva (1995), o sensoriamento remoto moderno é o “descendente” natural da fotogrametria convencional, tendo surgido com a evolução das técnicas que permitem detectar e registrar outras formas de radiação eletromagnética além da luz visível.

Neste sentido Asrar (1989), define “o sensoriamento remoto como a aquisição de informações e/ou estado de um alvo por um sensor, sem estar em contato físico com ele”.

Sensoriamento remoto é a ciência e a arte de obter informação a cerca de um objeto, área ou fenômeno, através de análises de dados adquiridos por um dispositivo que não está em contato com o objeto, área ou fenômeno sob investigação (NOVO, 1992).

Outra definição, citada por Bolf (2004), conceitua sensoriamento remoto como um conjunto de atividades cujo objetivo principal reside na caracterização das propriedades de alvos naturais e artificiais, através da detecção, registro e análise do fluxo de energia radiante, por eles refletido ou emitido.

2.12 Imagens

As imagens são obtidas por satélites, fotografias aéreas ou scanners aerotransportados. Representam formas de captura indireta de informações espaciais. Armazenada como matrizes, cada *pixel* (elemento da imagem) têm um valor proporcional a energia eletromagnética refletida ou emitida pela área da superfície terrestre correspondente (valor digital do pixel). Os objetos geográficos contidos na imagem são individualizados com técnicas de fotointerpretação ou de classificação digital (PIMENTEL, 2005).

Ainda para o mesmo autor, as principais características associadas as imagens de satélite são: o número e a largura de bandas do espectro eletromagnético imageadas (resolução espectral), a menor área da superfície terrestre observada instantaneamente por cada detector (resolução espacial), o nível de quantização registrado pelo sistema sensor (resolução radiométrica) e o intervalo entre duas passagens do satélite pelo mesmo ponto (resolução temporal).

2.12.1 Imagem Ikonos II

As imagens Ikonos são produzidas por sensores transportados pelo satélite Ikonos II, lançado no dia 24 de setembro de 1999, e está operacional desde o início de janeiro de 2000. Ele é operado pela SPACE IMAGING que detém os Direitos de Comercialização. O que era usado como sendo imagens de alta resolução para fins militares está agora comercialmente disponível para qualquer interessado, civil ou militar, seja pessoa física ou jurídica (ENGESAT, 2007).

O Quadro 1 apresenta as principais características técnicas do satélite Ikonos II.

Características técnicas do satélite Ikonos II	
Altitude	680 Km
Inclinação	98,1°
Velocidade	7 Km.s ⁻¹
Sentido da órbita	Descendente
Duração da órbita	98 minutos
Tipo da órbita	Sol-síncrona
Resolução espacial	Pancromática: 1m Multiespectral: 4 m
Resolução espectral	Pan 0,45 – 0,90 Azul 0,45 – 0,52 Verde 0,52 – 0,60 Vermelho 0,63 – 0,69 Infravermelho próximo 0,76 – 0,90
Imageamento	13 Km na vertical (cenas de 13 Km x 13 Km)
Capacidade de aquisição de imagens	Faixas de 11 Km x 100 Km até 11 Km x 1000 Km Mosaicos de até 12.000 Km ² 20.000 Km ² de área imageada numa passagem
Resolução temporal	2,9 dias no modo Pancromático 1,5 dias no modo Multiespectral Esses valores valem para latitude de +/- 40°. A frequência de revisita para latitudes maiores será menor, e maior para latitudes perto do equador.

Quadro 1 - Principais características técnicas do Satélite Ikonos II.

Fonte: Adaptado de ENGESAT (2007)

Segundo Engesat (2007), são inúmeras as aplicações potenciais das imagens IKONOS, como por exemplo: GIS (redes, telecomunicações, planejamento, meio ambiente), elaboração de mapas urbanos, mapas de arruamentos e cadastro, cadastro urbano e rural, apoio em levantamentos com GPS, uso e ocupação do solo (urbano e rural), trabalhos na área de meio ambiente, arquitetura/urbanismo/paisagismo, fundiário (regularização de propriedades, demarcação de pequenas glebas), engenharia (simulações mais realistas) em escalas da ordem 1:5.000 até 1:2.500, agricultura convencional e agricultura de precisão, florestal (estimativa de potencial econômico, projetos de desenvolvimento sustentável, censo de árvores), turismo (identificação de locais específicos, mapas de localização de atrativos turísticos), perícias em questões ambientais, e trabalhos até então realizados com fotos aéreas.

2.13 Cartografia

A Ciência Cartográfica destina-se a representar fatos e fenômenos observados na superfície da terra, através de simbologia própria. A Cartografia pode ser definida também com um conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, baseado nos resultados de observações diretas ou de análise de documentação, com vistas à elaboração e preparo de cartas, mapas planos e outras formas de expressão, bem como sua utilização (ZIMBACK, 2003). Ainda segundo a mesma autora, cartografia topográfica trata de um produto cartográfico de forma geométrica e descritiva e cartografia temática apresenta uma solução analítica ou explicativa. De maneira geral, a cartografia temática preocupa-se com o planejamento, execução e impressão final, ou plotagem de mapas temáticos.

Para Duarte (1991), a cartografia temática é a parte da cartografia que diz respeito ao planejamento, execução e impressão de mapas sobre um fundo básico, ao qual serão anexadas informações através de simbologia adequada, visando atender um público específico.

2.13.1 Sistema de Projeção Cartográfica

Na elaboração de um mapa é importante assegurar uma relação conhecida entre as verdadeiras posições na superfície da Terra e os pontos correspondentes no mapa. Dessa forma, é fundamental de importância escolher uma projeção cartográfica eficiente para a elaboração de determinado mapa.

O processo de sistematicamente transformar partes da Terra esférica para que sejam representadas em uma superfície plana mantendo as relações espaciais é chamado de Projeção Cartográfica. Este processo é obtido pelo uso de Geometria e, mais comumente, por meio de fórmulas matemáticas.

O processo de produzir um mapa plano de uma superfície pode ser entendido como uma sucessão de transformações. As irregularidades na forma da terra tornam difícil este processo de modelagem matemática. Assim o primeiro passo no processo é modelar a Terra como um objeto sólido mais simples que tem a mesma área de superfície.

2.13.2 Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator – UTM

O sistema de projeção Universal Transversa de Mercator – UTM, é uma projeção cilíndrica em que o cilindro é transversal ao modelo matemático. A UTM foi o nome adotado pelo serviço de cartografia do exército dos EUA em 1947, a fim de designar a projeção utilizada na elaboração de mapas militares na 2ª Guerra Mundial, conforme Snyder (1987, apud MELLO FILHO e AGUIRRE, 2006).

Mello Filho e Aguirre (2006), comentam que o sistema de coordenadas está associado à projeção UTM sendo que o elipsóide é dividido em Fusos de 6° de amplitude em longitude, resultando em 60 fusos, sendo numerados a partir do anti-meridiano de Greenwich, seguindo no sentido anti-horário para um observador que está no pólo Norte (180°W-180°E). Na Figura 7, são apresentados os fusos que englobam o Brasil, e a representação gráfica do meridiano central. A latitude é dividida de 4° em 4° e estende-se até 80°N e 80°S. Atribui-se ao meridiano central a constante 500 km, evitando-se trabalhar com coordenadas negativas dentro do Fuso, apresentando valores que aumentam para Leste e que diminuem para Oeste. No equador, o

valor de Norte, corresponde a 10.000 km no hemisfério sul e, zero km para o hemisfério norte, diminuindo os valores em direção à latitude 80° S e, aumentando para 80° N.

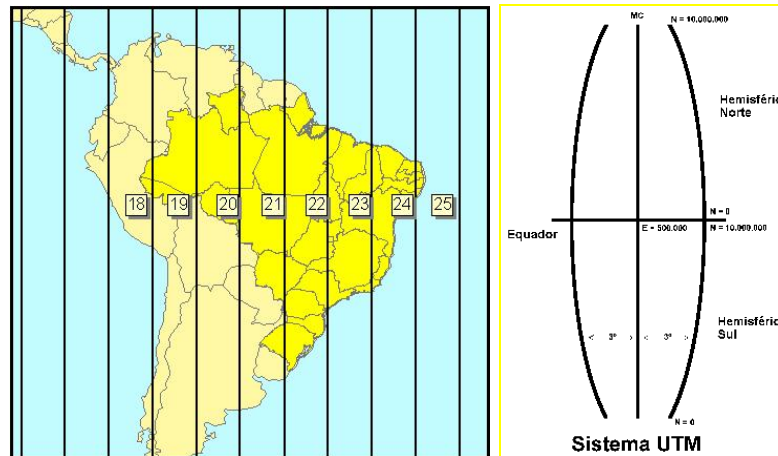


Figura 7 – Projeção UTM e determinação de fusos

Fonte: Adaptado de Universidade Federal Fluminense (2007)

Ainda para os mesmos autores, esta projeção é classificada como analítica, do princípio construtivo de elaboração; segundo a superfície adotada é classificada por desenvolvimento, sendo a superfície desenvolvível um cilindro transversal secante ao elipsóide; e, segundo a propriedade que conserva é classificada como conforme.

A projeção UTM apresenta distorções que são diminuídas pelo fato de que o cilindro teórico de projeção, ao invés de ser tangente ao meridiano central, é secante, distribuindo os erros da projeção que são maiores nas áreas de limites de zona. Os mapas com projeção UTM são de muito uso local e apresentam um sistema de coordenadas UTM que é métrico e cartesiano próprio para cada zona UTM. É ainda classificada como uma projeção cilíndrica equatorial conforme, isto é, cilíndrica, pois a projeção é um cilindro, ou seja, a superfície da Terra ou parte dela é projetada em um cilindro; equatorial, porque o cilindro é tangente à superfície da Terra no equador, e; conforme, pois os ângulos são representados sem deformação. Dessa forma, as formas das pequenas áreas se mantêm, sendo assim, a projeção denominada ortomorfa. Mas apresenta deformações excessivas em altas latitudes, há impossibilidade de representação dos pólos. Círculos máximos, exceto no equador e os meridianos, não são representados por linhas retas (limitação notável nas Cartas de Mercator de pequena escala, representando uma grande área).

2.13.3 Datum

Um datum caracteriza-se por uma superfície de referência posicionada em relação a Terra. Um datum planimétrico ou horizontal é formalmente estabelecido por cinco parâmetros: dois para definir o elipsóide de referência e três para definir o vetor de translação entre o centro da Terra real e o do elipsóide. Existe também, o datum vertical ou altimétrico, que se refere à superfície de referência usada para definir as altitudes de pontos da superfície terrestre. Na prática a determinação do datum vertical envolve um marégrafo ou uma rede de marégrafos para a medição do nível médio dos mares. No Brasil o ponto de referência para o datum vertical é o marégrafo de Imbituba, em Santa Catarina (TerraView, 2008).

2.14 Mapas

Mapa é a representação gráfica, em geral uma superfície plana e em uma escala determinada, como representação de acidentes físicos e culturais da superfície da Terra, ou de um planeta ou de um satélite (ZIMBACK, 2003).

Ainda para a mesma autora, a origem da palavra mapa, provavelmente, originou-se da palavra cartaginesa “mappa” que significa “toalha de mesa”. Os comerciantes da época desenhavam rotas e caminhos nas toalhas das mesas enquanto conversavam. A história dos mapas funde-se com a própria história da humanidade. O mapa é um produto natural de cada povo.

2.14.1 Mapas Base

A elaboração do mapa base fundamenta-se na restituição fotogramétrica, ou na topografia convencional, dependendo do tamanho e das características da área a ser levantada. Os autores comentam ainda, que esse mapa serve de ferramenta básica para a geração dos

demais mapas temáticos, necessários ao banco de dados de atributos espaciais (MADRUGA, 1991).

Segundo Duarte (1994), o mapa base, nada mais é do que o conjunto de traços que servirá de suporte para a informação a ser dada sobre determinados temas, através de simbologias adequadas.

2.14.2 Mapas Temáticos

Conforme Assad & Sano (1998), os mapas temáticos descrevem de forma qualitativa a distribuição espacial de uma grandeza geográfica, como os mapas de pedologia ou aptidão agrícola de uma região.

Para Zimback (2003), o mapa temático representa certo número de conjuntos espaciais resultantes da classificação dos fenômenos que integram o objetivo de estudo de determinado ramo específico, fruto da divisão do trabalho científico. É um veículo de comunicação. Tem a função de registrar, tratar e comunicar informação. As características ou atributos (Z) são resultantes de classificações específicas. X e Y são representados no plano do papel e Z é o TEMA (solos, nutrientes, erosão, etc).

Ainda para a autora, um mapa temático, assim como qualquer outro tipo de mapa, deve possuir alguns elementos de fundamental importância para o fácil entendimento do usuário em geral. O mapa temático deve ser composto:

- Título - realçado, preciso e conciso;
- Legenda - com as convenções utilizadas;
- A base de origem - Mapa-base, dados;
- Indicação do norte;
- Escala.

Pode-se, ainda, acrescentar:

- Sistema de projeção utilizado;
- Sistema de Coordenadas.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS

3.1 Materiais

3.1.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende uma propriedade rural, Fazenda Bertolini – Sede 400, denominada de “Sede 400”, localizado no Município de Rio Pardo-RS (Figura 8), bacia hidrográfica do Baixo Jacuí – Pardo.



Figura 8 – Localização do município de Rio Pardo-RS

Município de Rio Pardo-RS – Perímetro em vermelho localizado no centro da figura

Fonte: Wikipédia (2008)

A Sede 400 confronta-se ao norte com uma propriedade rural de terceiros, à leste com o arroio Francisquinho – limite municipal entre os município de Rio Pardo e Minas do Leão, e com mais algumas propriedades de terceiros, ao sul com BR 290 e à oeste com a estrada municipal “Pasto Adão”. A sede da propriedade está localizada nas coordenadas UTM E 386670,667 e N 6662310,373, datum WGS 84, Fuso 22 S.

A atividade econômica desenvolvida na propriedade é a pecuária, mais especificamente “engorda de gado a pasto” na fase pré-confinamento.

O clima da região, conforme a Classificação Climática do Brasil segundo Köppen, Galvão (1966, apud VIANELLO, 2000) é subtropical, tipo mesotérmico úmido (Cfa), com verão quente de temperaturas médias próximas a 22 °C e chuvas bem distribuídas ao longo do ano, com precipitações de no mínimo 60 mm no mês mais seco. O município apresenta verões muito quentes e invernos muito frios, com ocorrência de geadas. As médias anuais de temperatura variam entre 18° e 20°C (WIKIPÉDIA, 2007).

Na região há predominância de solos dos tipos Argissolo Vermelho distrófico (PVd) e Planossolo Hidromórfico Eutrófico (SGe), (STRECK, 2002).

A vegetação nativa predominante na região é a Estepe – Campos do Sul do Brasil, e mais especificamente para a área de estudo tem-se a estepe com atividades agrárias (IBGE, 2004). Mas tem-se ainda a floresta estacional semidecidual, ocupando 4151,44 Km² (1,469%) da bacia do Baixo Jacuí – Pardo (INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO DO RIO GRANDE DO SUL, 2004), onde foram encontradas na referida bacia hidrográfica, 141 espécies pertencentes a 49 famílias botânicas, considerando os indivíduos com circunferência a altura do peito (CAP) maior que 30 cm, onde a família *Myrtaceae* foi a mais representativa, com 22 espécies, seguida de *Lauraceae* (8), *Euphorbiaceae* e *Mimosaceae* (7), *Fabaceae* e *Solanaceae* (6), *Flacourtiaceae* e *Moraceae* (5), *Meliaceae*, *Anacardiaceae* e *Myrsinaceae* (4). Das 38 famílias restantes, 8 apresentaram 3 espécies, 9 apresentaram 2 espécies e 21 apresentaram 1 espécie apenas.

Na área de estudo há baixa presença de gramíneas nativas da região, tendo o predomínio de gramíneas exóticas, como o capim-anone (*Eragrostis plana*), oriundas de implantação de pastagens anteriores, compondo a vegetação. Também observa-se resquícios de florestas nas margens dos arroios.

3.1.2 Base Cartográfica (mapa base)

O mapa base utilizado foi a Carta Topográfica de Minas do Leão, folha SH.22-Y-BI-2 MI-2985/2, elaborada pela Diretoria de Serviços Geográficos - Brasil, na escala 1:50.000, disponibilizada na forma digital pelo Laboratório de Geoprocessamento (LAGDER), Centro de Ciências Rurais, Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Maria.

Foi utilizado também como mapa base, o limite da Sede 400, obtido através do levantamento de campo realizado com os receptores GPS (limite pós-processado e alterado no ArcMap).

3.1.3 Imagem de alta resolução

Foi utilizada neste trabalho uma imagem de alta resolução, imagem Ikonos II, resultante de uma composição falsa cor RGB, composta pelas bandas 1, 2 e 3, imageadas no dia 22 de outubro do ano de 2002, as 10:45 AM pelo satélite Ikonos II.

3.1.4 Aplicativos Computacionais

Os aplicativos computacionais utilizados foram o Google Earth, Adobe Photoshop, TrackMaker PRO, Spectrum Survey, Prolink, Autocad, Idrisi 32 Release Two, TNT-MIPS e o ArcMap.

Estes aplicativos foram utilizados no planejamento das atividades, apoio na busca de informações de campo, no descarregamento e pós-processamento dos pontos coletados com receptor GPS, no georreferenciamento do mapa base e da imagem de alta resolução, na digitalização dos temas de usos do solo, quantificação de áreas e na edição final dos mapas.

3.1.5 Receptores GPS

Foram utilizados dois receptores GPS de alta precisão no levantamento de campo, receptores Stratus da Sokkia, um receptor GPS de dupla frequência (L1/L2), da marca South modelo S86-S, e um receptor GPS de navegação para apoio nas atividades de campo.

O receptor GPS Stratus possui precisão no posicionamento estático de 5,0 mm + 1 ppm (horizontal) e 10 mm + 2 ppm (vertical), trabalhando com 12 canais x L1 com código e portadora. Possui 12,5 cm x 15,5 cm de dimensões, peso de 0,80 Kg com bateria e 0,62 Kg sem bateria. Possui duas baterias recarregáveis tipo BDC40, conferindo autonomia para 30 horas de rastreamento (TOPUS TECNOLOGIA, 2007).

O receptor GPS de dupla frequência (L1/L2) S86-S possui antenas e baterias integrados, com autonomia para 8 hs de trabalho contínuo, 12 canais, realiza levantamentos estáticos e cinemáticos com precisão horizontal de 3 mm + 1 ppm e vertical de mm + 3 ppm, possui memória interna de 32 Mb, tecnologia bluetooth, porta serial/usb para transporte de dados, indicador de luminoso para facilitar o trabalho de campo, é compatível com outros receptores GPS (ALL COMP, 2008).

O GPS de navegação utilizado foi o Garmin 12XL. Este receptor possui 12 canais paralelos, precisão GPS menor que 15 metros e precisão DGPS entre 1 e 5 metros (CASA DO DESENHO, 2007).

3.1.6 Marcos identificados

Marco é a materialização artificial, do vértice cujas coordenadas foram determinadas através de sua ocupação física. Os marcos utilizados foram os de concreto, com as seguintes

características técnicas: traço 1:3:4, alma de ferro Ø 4,2 mm, forma tronco piramidal e dimensões 8 x 12 x 60 cm, conforme Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais. O marco é identificado através de uma chapa de metal localizada no seu topo, contendo a identificação do número do vértice e do geomensor, sendo fixados no solo com afloramento de 10 cm.

3.1.7 Equipe de Trabalho

A equipe de trabalho foi composta da seguinte forma:

- a) Engenheiros Florestais (2);
- b) Engenheiro Agrônomo (1);
- c) Técnico Agrícola e em Geomática (1);
- d) engenheira Civil (1);
- e) Estagiários de Engenharia Florestal (1);
- f) Auxiliar administrativo (1);
- g) Auxiliar de campo (1).

3.2. Técnicas

A metodologia engloba os procedimentos de campo na coleta dos dados, o procedimento laboratorial, envolvendo o pós-processamento dos dados, o georreferenciamento e o corte da imagem, a criação de planos de informação – shapefile's

contendo os temas, o processo de interpretação visual das informações da imagem – reconhecimento dos temas, a digitalização dos temas e a edição final dos mapas.

3.2.1 Procedimento de campo e coleta de dados

Primeiramente foi realizado transporte, fixação e pós-processamento das coordenadas de posição, com um GPS L1/L2, a partir da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo, de uma base de referência para o levantamento de campo, localizada nas proximidades da propriedade.

O procedimento de campo foi iniciado com um planejamento prévio das atividades. Houve consulta a carta topográfica e ao Google Earth para reconhecimento das área proposta e posterior aquisição da imagem de alta resolução. Realizou-se um levantamento de campo, utilizando GPS de navegação Garmin 12 XL, percorrendo-se todo o perímetro da propriedade. Neste levantamento procurou-se detectar todas as deflexões do alinhamento do perímetro e as mudanças de confrontação ao longo deste (número de vértices).

Os vértices foram distribuídos no sentido horário, tendo início do levantamento, no vértice voltado mais ao norte, determinado pelo levantamento anterior.

Na coleta dos dados a campo, utilizou-se no rastreamento dos vértices dois receptores GPS Stratus. Em cada vértice foi fixado um marco identificado, onde houve trinta minutos de rastreamento no mínimo.

Durante a coleta dos dados a campo, também foi feito reconhecimento dos usos do solo, para atualização eventual de algum uso do solo não reconhecido na imagem de alta resolução.

3.2.2 Procedimento laboratorial

Primeiramente foi realizado o pós-processamento dos dados coletados no campo com os receptores GPS, no aplicativo computacional Spectrum Survey ProLink da Sokkia, onde se observaram a fixação ou a não-fixação das coordenadas coletadas em cada vértice, sendo

exigida a reocupação do vértice no caso de não-fixação. Estando todas as coordenadas dos vértices fixadas, estas foram exportadas para o formato de arquivos *.dxf, aceito por outros aplicativos computacionais, como por exemplo Autocad, TNT-MIPS e ArcMap. Esta etapa foi realizada durante a permanência na área de estudo, uma vez que foram necessárias reocupações de alguns vértices.

As demais etapas a seguir foram realizadas no Laboratório de Geoprocessamento – Centro de Ciências Rurais, Departamento de Engenharia Rural – UFSM, localizado nas dependências do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais.

A imagem Ikonos II foi importada para o sistema de informações geográficas TNT-MIPS, e a partir das coordenadas dos vértices fixadas foi realizada a georreferencia da imagem, sendo exportada, após a georreferencia, no formato *.geotif, aceito pelo sistemas de informações geográficas Idrise 32 Release Two e ArcMap. Os vértices do limite também foram importados para o sistema. Para tanto se realizou os seguintes passos: importação dos arquivos contendo a imagem e os vértices (preferencialmente no formato *.dxf) pela ferramenta Process/import,expot; criação de arquivos do sistema MIPS, formato *.rvc, na ferramenta edit/georreference, selecionando o sistema de coordenadas; abertura de duas janelas, uma contendo a imagem a ser georreferenciada e a outra os vértices, onde clicou-se no vértice e depois no local correspondente na imagem, marcando-se todos os pontos conhecidos. Posteriormente salvou-se o arquivo de coordenadas, executando-se a georreferencia na ferramenta process – resample – automatic, nomeando um arquivo de saída e selecionando o seu respectivo sistema de coordenadas. Depois exportou-se a imagem georreferenciada no formato *.geotif utilizando a mesma ferramenta de importação.

No Idrise foi realizado o corte da imagem através da ferramenta window, individualizando a área de estudo das demais propriedades abrangidas pela imagem, tendo como base o limite da área de estudo.

No ArcMap, utilizando o Arccatalog, foram criados os diferentes planos de informações (PI's) ou shapefile's, conforme o tipo de dado a ser digitalizado (ponto – nascentes; linhas – rede de drenagem, estradas, linhas de alta tensão, curvas de nível, etc; polígono - limites, áreas de floresta, agricultura, pastagem, espelhos d'água, edificações, etc.).

O ArcCatalog é aplicado para administrar as propriedades de dados espaciais e banco de dados, aplicação na administração de suas propriedades de dados de espaço, projetar banco

de dados, registros, visualização e administração de dados avançados. Pode-se dizer que este módulo é semelhante a um Windows Explorer para dados espaciais. Também é utilizado para explorar dados de diversos formatos, configurar conexões e serviços, gerenciar metadados, criar pastas e dados de diversos formatos, importar e exportar para diversos formatos, definir a referência espacial para dados geográficos, entre outros.

A digitalização dos shapefile's foi iniciada a partir do menu Editor – Start Editing, onde foram selecionados o diretório de origem e seus respectivos shapefile's, ativando-os, para digitalização e edição. A digitalização propriamente dita foi feita com a ferramenta Sketch Tool. Após o término das digitalizações – Stop Editing, as mesmas foram salvas no menu Editor – Save Edits.

Também foram realizadas operações como a determinação das áreas de preservação permanente, conforme especificado pela legislação ambiental vigente, utilizando a ferramenta buffer, disponível no menu Editor – buffer, para as nascentes, rede de drenagem, espelhos d'água naturais e artificiais, banhados, entre outros, que foram salvas da mesma forma descrita anteriormente. O buffer executa operações de busca de atributos de entidades pertencentes a uma camada geográfica específica, que estão localizados a uma determinada distância da entidade de referência.

As classes de declividade foram obtidas a partir da digitalização das curvas de nível oriundas da carta topográfica utilizada – PI vetorial contendo as curvas de nível e suas respectivas cotas, com posterior elaboração do modelo numérico do terreno, utilizando a ferramenta 3D Analyst – Create/Modify TIN (Grade Triangular Irregular Network), produzindo um PI vetorial contendo a grade criada. Foi necessário converter a grade TIN vetorial para um PI raster utilizando a ferramenta 3D Analyst – Convert – Tin to Raster. Para finalizar, fez-se uma reclassificação utilizando a ferramenta 3D Analyst – Reclassify, onde optou-se pela obtenção da declividade em porcentagem, adotando-se as classes de declividade elaborada pela EMBRAPA (1979).

Na obtenção das áreas de conflito de uso do solo, foram efetuados cruzamentos de planos de informações, utilizando os PI's referentes aos usos do solo encontrados e às APP's obtidas no módulo ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Overlay – Weighted Overlay, resultando em um novo plano de informação referente às áreas de conflitos de uso do solo.

A edição dos mapas foi realizada no ArcMap, no módulo Layout View, onde adicionou-se os elementos básicos de um mapa temático (planos de informações, indicação do norte, grade do sistema de coordenada, título, legendas, escala, dados adicionais, entre outros)

utilizando a ferramenta Insert. Após a confecção dos mapas temáticos, os mesmos foram exportados no formato *pdf.

3.2.3 Processo de interpretação visual dos dados da imagem de alta resolução

As imagens, qualquer que seja seu processo de formação, representam o registro de energia proveniente dos objetos da superfície. Essas imagens podem apresentar diferentes características, mas independente disso, caracterizam-se por apresentarem alguns elementos básicos que permitem a extração de informações do terreno. Portanto, a identificação dos objetos é feita a partir de elementos de interpretação ou elementos de reconhecimento de imagens. Não há consenso sobre todos os elementos que devam ser considerados na análise visual de imagens. Os mais comuns são: tonalidade e cor, textura, forma, padrão, tamanho, sombra e localização, convergência de evidências. Assim temos a chamada interpretação visual.

As etapas da interpretação visual foram:

a) Definição do campo do conhecimento; do tamanho, escala, forma e local de ocorrência do recurso avaliado em relação à resolução da imagem, exigindo-se aquisição de dados auxiliares (dados de campo, por exemplo) e definição do objetivo do trabalho.

b) Desenvolvimento da interpretação, em 3 fases:

Fotoleitura: identificação ou reconhecimento inicial das feições na imagem;

Fotoanálise: estudo das relações entre os objetos representados na cena: com base na associação e ordenação dos elementos que os constituem;

Fotointerpretação: processo que utiliza os raciocínios lógicos, dedutivos e indutivos (além de comparativo) para definir o significado dos objetos ou feições presentes na imagem.

A Interpretação Visual ainda requer treinamento e utilização de critérios que permitam desenvolver logicamente o processo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do levantamento realizado com o GPS de navegação obteve-se os dados iniciais do trabalho, utilizados no planejamento das demais atividades (Figura 9), armazenados no aplicativo computacional TrackMaker PRO.

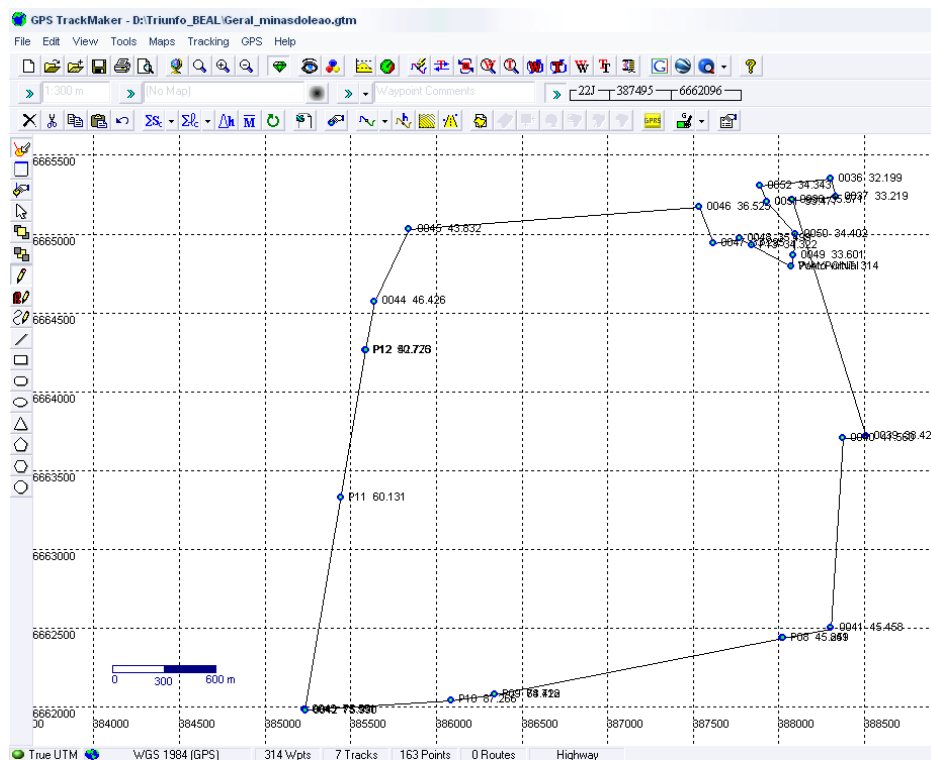


Figura 9 - Dados iniciais do trabalho armazenados no TrackMaker PRO

Fonte: Autor

Assim foi possível definir o vértice mais ao norte, onde iniciou-se a identificação dos vértices com o número 036 e finalizando-se com o número 052, contando ainda o perímetro com um vértice virtual, criado em função da impossibilidade de colocação de marco no local, pelo fato do vértice estar dentro de um açude.

No levantamento de campo com receptores GPS foi obtido um perímetro para a propriedade (limite da área de estudo), composto por 18 vértices. Também foram demarcadas e identificadas as confrontações existentes.

No ArcMap, o limite da propriedade foi alterado, sobre a imagem georreferenciada, prolongando-se os vértices 036 e 037 até o Arroio Francisquinho, que pode ser observado nos mapas produzidos (Apêndices), onde foi digitalizado o centro do arroio, com o qual realizou-se o corte da imagem no Idrise (Figura 10), obtendo-se assim uma área total de 818,53 ha, para um perímetro de 13590,10 m.



Figura 10 - Corte da imagem Ikonos II para a área de estudo

Fonte: Autor

Ainda no ArcMap, a partir da imagem de alta resolução e das observações de campo, foram identificados, pelo método de interpretação visual, os seguintes planos de informações: mata nativa, eucalipto, taquara, campo, campo sujo, sede, saleiro, pomar, edificações, lâmina

d'água, banhados, pastagem, rede de drenagem, canais de drenagem, estradas secundárias, cercas internas (Apêndice 1).

O Quadro 2 mostra as áreas e as porcentagens encontradas para os diferentes usos do solo identificados.

Uso do Solo		
Uso do Solo	Área (ha)	%
Mata nativa	11,00	1,34
Eucalipto	6,67	0,81
Campo	2,34	0,29
Campo sujo	2,31	0,28
Sede	0,32	0,04
Pomar	0,54	0,07
Edificações	0,15	0,02
Lâmina d'água	38,25	4,67
Banhados	212,07	25,91
Pastagem	542,12	66,23
Outros (saleiros, taquara, áreas ocupadas por estradas)	2,76	0,34
Total	818,53	100

Quadro 2 – Uso do solo da Sede 400

Fonte: Autor

Completam ainda esses dados, a rede de drenagem, canais de drenagem, estradas secundárias e cercas internas, com 20,35, 33,06, 5,84 e 14,38 km respectivamente. Estes planos de informação foram cruzados e organizados compondo o mapa temático de uso do solo da Sede 400 (Apêndice 1).

Também foi produzida uma carta imagem da Sede 400 (Apêndice 2), tendo como base a imagem de alta resolução cortada, com os demais componentes de um mapa temático.

Na propriedade não foram encontrados topo de morros e áreas com declividade superiores ou iguais a 45°, não havendo então áreas de preservação permanente para estas topologias, mediante análise das classes de declividade, obtidas a partir das curvas de nível, classificação desenvolvida pela Embrapa (1979), segundo a qual, a propriedade possui relevo

plano, de 0 a 3 % de declividade, na maior parte de sua área, 608,35 ha. Com estes dados foi elaborado o mapa das classes de declividade para a Sede 400 (Apêndice 3).

Foram encontrados 524,99 ha de área de preservação permanente (312,92 ha de faixas marginais e 212,07 ha de banhados), representando 64,14 % da área total da propriedade que podem ser visualizadas no mapa de preservação permanente (Apêndice 4).

A quantidade de área de preservação permanente encontradas compromete a viabilidade econômica e o uso da propriedade para criação de gado na fase pré-confinamento pela redução de área útil de pastagem em função do excesso de APP's. Essa situação é encontrada em um grande número de propriedades rurais no Estado do Rio Grande do Sul, principalmente nas regiões do estado onde o relevo é plano, contendo solos hidromórficos constantemente saturados por água, caracterizando os banhados. Assim a área de estudo encontra-se numa situação de não cumprimento da legislação ambiental, constituindo um passivo ambiental, passível de autuação pelo órgão ambiental responsável.

Há uma grande necessidade da criação de leis, artifícios e instrumentos legais que permitam o uso de APP's, quando estas apresentarem-se em excesso nas propriedades rurais como no exemplo da área de estudo.

Apesar da legislação ambiental tratar essa situação, em casos de excesso a partir de 40% da área total da propriedade rural, conforme Código Florestal Estadual, e excesso a partir de 50% da área total da propriedade, conforme Código Florestal Nacional, dispensando a delimitação de reserva legal, a área de estudo fica excluída desse artifício legal, por ter nas áreas de preservação, o uso de pastagem com espécie exótica, o que descaracteriza a situação prevista na lei, pelo fato de não apresentarem vegetação nativa nestas áreas, não cumprindo a função ambiental e a preservação dos recursos hídricos nas formas descritas na legislação, gerando conflitos de uso do solo.

Da forma como a legislação ambiental apresenta-se hoje, deve-se recompor e isolar as APP's na área de estudo, adequando-se assim a legislação, que permitirá a dispensa da delimitação da Reserva Legal. Para os restantes 33,77% da área, ocupados com os demais usos do solo, deverá ser encontrada a melhor forma de utilização, em termos técnicos e econômicos, podendo ainda ser convertidos em vegetação nativa e utilizados como área de servidão florestal, por exemplo, em detrimento de outras áreas ou propriedades, dentro da mesma microbacia ou ecossistema, que não possuam Reserva Legal.

Não há alternativas de uso para as APP's a não ser aquelas dispostas na legislação, pois nestas não é permitido exploração econômica direta (madeira, agricultura ou pecuária).

Essa situação somente será diferente se a legislação ambiental for alterada, criando-se leis que retratem as condições específicas dos Estados da Federação, considerando as diferenças entre os ecossistemas existentes, que permitam o uso econômico direto das APP's nas situações em que se apresentarem em excesso na propriedade rural.

Os conflitos de uso do solo também foram mapeados (Apêndice 5), sendo o resultado do cruzamento dos planos de informações de uso do solo com os planos de informação de áreas de preservação permanente.

Os principais conflitos estão relacionados justamente com as áreas de preservação permanente (nascentes, banhados, rede de drenagem e lâminas d'água), onde o uso com pastagem substitui a vegetação nativa em 518,46 ha, 98,76% do total das APP's.

Os mapas obtidos também são resultados relevantes deste trabalho e constituem-se preciosas ferramentas para fins de planejamento, propiciando rápida visualização, consultas e tomadas de decisões, prestando-se como base para o planejamento de uma propriedade rural, sendo assim classificados:

a) Mapa de uso do solo (Apêndice 1) – visa mostrar a distribuição espacial e quantificação das áreas de temas de uso da terra tais como áreas florestais, pastagens ou campos nativos, áreas agrícolas, localidades urbanas, estradas, rede de drenagem, afloramentos rochosos entre outros temas de expressão possíveis de serem detectados sobre as imagens. É um mapa indispensável ao planejamento físico, pois é um dos melhores indicativos das propriedades do solo e, possibilitam um manejo eficiente dos recursos naturais renováveis.

b) Carta imagem (Apêndice 2) – é um documento cartográfico impresso e na forma digital que apresenta uma visualização sinótica, mostrando através de toponímias, todos os pontos notáveis, principais comunidades, distritos, escolas rurais, limites municipais, principais rodovias. No caso de uma propriedade rural indica-se a sede, as estradas e acessos, as áreas de produção, de pastagem, as edificações e obras de infra-estrutura, o limite, entre outros. Por estar em um sistema de coordenadas, permite a determinação de distâncias entre os pontos e o cálculo de área, constituindo-se em mais uma importante ferramenta para o planejamento.

c) Mapa das classes de declividade (Apêndice 3) – indica a forma do relevo enfatizando as inclinações das vertentes. É indispensável nos levantamentos de uso da Terra. Permite indicar a correta e melhor utilização do terreno, sendo fundamental para o planejamento das técnicas conservacionistas no manejo de bacias hidrográficas. Ferramenta importante para estudos ambientais como a definição de áreas de preservação permanente (APP's), áreas de exploração e outras atividades de impactantes.

d) Mapa das Áreas de Preservação Permanente (Apêndice 4) – indica as áreas exigidas por lei, com o intuito de proteger e preservar os recursos hídricos, a biodiversidade e as demais formas dispostas na legislação ambiental vigente, dentro das propriedades rurais.

e) Mapa das áreas de conflito (Apêndice 5) – indica as áreas de preservação permanente, onde o uso do solo é diferente daquele determinado por lei – florestas ou outras formas de vegetação nativa. Constitui ferramenta importante por delimitar as áreas onde não deverão ser desenvolvidas atividades que não sejam aquelas que visem à preservação dos recursos hídricos e as demais formas dispostas na legislação.

Outro resultado muito interessante, e preocupante diz respeito à hidrografia da área de estudo. Comparando a hidrografia presente na carta topográfica com os dados referentes a rede de drenagem e aos canais de drenagem obtidos da imagem de alta resolução. Observou-se uma enorme modificação da hidrografia, causada pela utilização de canais de drenagem, que alteraram completamente a situação hidrográfica da área de estudo, de tal forma que os dados da carta topográfica não representam mais a realidade local. Também se observou a transformação de muitas nascentes e áreas úmidas em açudes, provavelmente devido ao fato destes apresentarem faixa marginal de preservação com menor dimensão que a situação natural nas formas exigidas pela lei.

5. CONCLUSÕES

As geotecnologias e as ferramentas de geoprocessamento mostraram-se eficientes e eficazes, pois atenderam as necessidades propostas neste trabalho. Os equipamentos, aplicativos computacionais, materiais e técnicas utilizados satisfizeram os objetivos gerais e específicos. O uso da imagem de alta resolução foi de fundamental importância, pois permitiu a extração de uma grande quantidade de informações pelo método de interpretação visual.

A área de estudo possui 818,53 ha, onde 66,23% (542,12 ha) são utilizados como pastagem, sendo este o maior uso do solo encontrado, e 33,77% ocupados com os demais usos do solo identificados.

As áreas de preservação permanente foram determinadas de maneira satisfatória utilizando-se as ferramentas de geoprocessamento. Porém, devido a diversidade de leis e resoluções existentes, há grande necessidade de que o usuário dessas ferramentas e das geotecnologias tenha conhecimento da legislação ambiental vigente, acompanhando as alterações e discussões sobre o assunto.

Foram encontrados 524,99 ha de área de preservação permanente na área de estudo (64,14 % da área total), em função da presença de nascentes, rede de drenagem, banhados e lâminas d'água, sendo que 98,76 % desta área (518,46 ha) são área de conflito de uso do solo, em desconformidade com a legislação ambiental, passível de autuação, por serem utilizadas principalmente como pastagem, não apresentando vegetação nativa e por não cumprirem a sua função de proteção e preservação dos recursos hídricos como na forma disposta na legislação, situação de passivo ambiental.

A área de estudo terá a atividade de criação de “gado a pasto” comprometida técnica e economicamente se atender as exigências legais na forma que se apresentam hoje, devido a restrição de ocupação de 64,14 % de sua área.

Não há alternativas hoje para usos das APP's nos casos de excesso de área nas propriedades rurais, pois nestas não é permitida a exploração econômica direta (madeira, agricultura ou pecuária). Frente a isso, os proprietários rurais preferem atuar na ilegalidade a parar de trabalhar na sua propriedade.

Essa situação somente será diferente se a legislação ambiental for alterada, criando-se leis que permitam outros usos nas APP's em propriedades rurais que se encontram na mesma

situação da área de estudo desse trabalho, minimizando as generalizações que existem em nossa legislação quanto as APP's, que se aplicam a diferentes ecossistemas.

Os mapas temáticos elaborados são ferramentas importantes que auxiliam no planejamento e na organização das atividades econômicas na propriedade rural indicando as áreas que devem ser preservadas e não utilizadas com fins econômicos.

No decorrer deste trabalho explorou-se também a questão da atualização dos dispositivos legais e adequação dos mesmos para uma realidade de campo bastante distinta. Na prática, a implementação da legislação não é tão simples, pois existem fatores que distam do seu alcance.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALL COMP EQUIPAMENTOS DE PRECISÃO. **South GPS L1/L2 S86-S**. Disponível em: <http://www.allcompgps.com.br/produtos_Descricao.asp?pCat=1&pSubCat=31&Produto=183>. Acesso em: 20 de fev. de 2008.

ARAÚJO, R.Q.; MARROCOS, P.C.L.; SERÔDIO, M.H.C.F. **Conservação do solo e da água**. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/conservacaosolo.htm>>. Acesso em: 21 de out. de 2007.

ASRAR, G. **Theory and applications of optical remote sensing**. New York: Wiley, 1989. 734 p.

ASSAD, E.D.; SANO, E.E.; MEIRELLES, M.L.; MOREIRA, L. Estruturação de dados geoambientais no contexto da microbacia hidrográfica. In: **Sistemas de Informacoes Geográficas: aplicacoes na agricultura**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1993. cap. 4. p. 88-108.

ASSAD, E.D.; SANO, E.E. **Sistema de informações geográficas – Aplicações na agricultura**. Brasília: Embrapa – SPI/Embrapa – CPAC, 2ª. Edição, 1998.

ATTANASIO, C.M.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G. **Adequação ambiental de propriedades rurais. Recuperação de áreas degradadas. Restauração de matas ciliares. Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal**. Departamento de Ciências Biológicas. ESALQ/USP, Piracicaba. Disponível em: <http://sigam.ambiente.sp.gov.br/Sigam2/Repositorio/126/Documentos/apostila_lerf.pdf>. Acesso em: 01 de out. de 2007.

BOLF, E.L.; PEREIRA, R.S.; MADRUGA, P.R.A. Geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicado à análise de recursos florestais. **Ciência Rural**, v. 34, n.1, jan-fev, 2004.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L4771.htm>>. Acesso em: 27 de dez. de 2007.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm>. Acesso em: 27 de dez. de 2007.

_____. **Manual Operativo.** Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas. Brasília, DF, Coordenação Nacional do Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas, Ministério da Agricultura, 1987. 60 p.

CASA DO DESENHO. **Descrição do produto. Garmin 12 XL.** Disponível em: <<http://www.casadodesenho.com/detalhe.asp?id=1018&cs=419516>>. Acesso em: 26 de set. de 2007.

CASAGRANDE, L. **Avaliação do parâmetro de propagação de sedimentos do modelo de Williams (1975) na bacia do Rio Vacacai-Mirim com auxílio de técnicas de geoprocessamento.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 226 p., 2004.

COIADO, E.M. **Produção, transporte e deposição de sedimentos.** In: Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas. Porto Alegre: ABRH, 2001. cap. 10, p. 280

CRS SURVEY & LASER SUPPLY LTD. **ProMark2 - GPS Survey System.** Disponível em: <<http://www.crssurvey.com/ashtech.html>>. Acesso em: 26 de set. de 2007.

CUNHA, P.R.A. Matas ciliares e ecossistemas fluviais: uma relação indissociável. **Conselho em Revista.** Revista Mensal do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, CREA-RS, Ano IV, n. 37, setembro de 2007, pag. 25.

DUARTE, P.A. **Cartografia Temática.** Florianópolis, Ed. Da UFSC, 1991.

DUARTE, S.M.A; SILVA, I.F.; MEDEIROS, B.G.S.; ALENCAR, M.L.S. Levantamento de solo e declividade da microbacia hidrográfica Timbaúba no Brejo do Paraibano, através de técnicas de fotointerpretação e sistema de informações geográficas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Vol. 4, n. 2, 2º. Semestre, ISSN 1519-5228, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de levantamento e conservação de solos. In: **Reunião técnica de levantamento de solos**, 10., 1979, Rio de Janeiro. **Súmula...** Rio de Janeiro, 1979, 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânia, 1).

ENGESAT, IMAGENS DE SATÉLITE. **Ikonos: ficha técnica resumida.** Disponível em: <http://www.engesat.com.br/index.php?system=news&news_id=494&action=read>. Acesso em: 20 de dez. de 2007.

FAJARDO, S. Paisagem rural e território econômico: algumas considerações sobre essas possibilidades de leitura do espaço agrário. In: III Simpósio Nacional de Geografia Agrária – II Simpósio Internacional de Geografia Agrária Jornada Ariovaldo Umbelino de Oliveira, Presidente Prudente, Brasil. **Anais do ...**. Presidente Prudente, Brasil, 11-15 de novembro de 2005.

FATORGIS, INFORMACAO E NEGOCIOS EM GEOTECNOLOGIAS. **Geoprocessamento – Definições Técnicas**. Disponível em: <http://www.fatorgis.com.br/geotecnologias_tecnicas.asp>. Acesso em: 04 de Out. de 2007.

FELIPE, J. O. **O código florestal em seus principais tópicos**. Giz Editorial, São Paulo, 2007. 63p.

FERREIRA, A.B.; SANTOS, C.R.; BRITO, J.L.S.; ROBERTO, ROSA. Análise comparativa do uso e ocupação do solo na área de influência da usina hidrelétrica Capim Branco I a partir de técnicas de geoprocessamento. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil. **Anais do ...**. Goiânia, Brasil, 16-21 de abril de 2005, INPE, p. 2997-3004.

GOES, M.H.B. **Diagnóstico ambiental por geoprocessamento do Município de Itaguaí (RJ)**. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 529 f. 1994.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL; SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE; DEPARTAMENTO DE FLORESTAS E ÁREAS PROTEGIDAS; UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Inventário florestal contínuo do Rio Grande do Sul**. Estado do Rio Grande do Sul, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de vegetação do Brasil. Brasil, 3ª. Edição, 2004.

LIMA, W.P. Florestas plantadas e água: conflito ambiental ou ausência de políticas sadias de uso da terra? **Conselho em Revista**. Revista Mensal do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, CREA-RS, Ano IV, n. 37, setembro de 2007, pag. 31.

MACHADO, P.A.L. **Direito ambiental brasileiro**. Malheiros Editores, 11ª Edição, 2003, p.695-715, 1064 p.

MADRUGA, P.R.A. **Sistema integrado de manejo de bacias hidrográficas**. Tese de Doutorado (Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

MATA CILIAR. **Legislação**. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/v-083.pdf>>. Acesso em: 23 de dez. de 2007.

MELLO FILHO, J.A.; AGUIRRE, A.J. **Introdução à Cartografia**. Caderno Didático. Departamento de Engenharia Rural, UFSM : Santa Maria, RS. 2006. 78p.

MONICO, J.F.G. 2000. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS**: descrição, fundamentos e aplicações. São Paulo: Editora UNESP, p287.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Norma técnica para georreferenciamento de imóveis rurais. 1ª. Edição, 2003. 42p.

NOVO, E.M.L. **Sensoriamento remoto, princípios e aplicações**. São Paulo: Blucher, 1992. 308p.

PEREIRA, D.; DE LUCA, S.J. **Avaliação ambiental da microbacia do arroio Capivara, município de Triunfo, RS, Brasil**. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/v-083.pdf>>. Acesso em: 26 de set. de 2007.

PIMENTEL, D.C.C. **Mapeamento da microbacia do Rio Ibicuí-mirim utilizando sistema de informações geográficas (SIG) IDRISI32**. Trabalho de conclusão de curso em Agronomia, Universidade de Cruz Alta, RS, 48 p. 2005.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. EMBRAPA-CNPS, Rio de Janeiro, 3. ed., 1994. 313 p.

ROCHA, J.S.M. **Manual de Projetos Ambientais**. Santa Maria, RS, Imprensa Universitária, 1997, 423 p.

RODRIGUES, M. Introdução ao geoprocessamento. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO,1, São Paulo. **Anais....** São Paulo: EDUSP, V. 1, 1990, p. 1-26.

RODRIGUES, V.A. Morfometria e mata ciliar da microbacia hidrografica. In: 8 WORKSHOP EM MANEJO DE BACIAS HIDROGRAFICAS, Cunha-SP. **Anais....** Botucatu, FCA-UNESP, Departamento de Recursos Naturais, 2004, p. 7-18.

RODRIGUES, V.A. Morfometria da microbacia hidrográfica do Rio Araquá. In: 7 Workshop em Manejo de Bacias Hidrográficas, Botucatu-SP. **Anais do ...**. Botucatu, FCA-UNESP, 2003, p. 56-63.

ROSA, R.; BRITO, J.L.S.; LIMA, E.F.; SIQUEIRA, C.A.; MACEDO, D. **Elaboração de uma Base Cartográfica e Criação de um Banco de Dados Georreferenciados da Bacia do rio Araguari - MG**. In: Gestão Ambiental da Bacia do Rio Araguari - rumo ao desenvolvimento sustentável. Lima, S.C.; Santos, R.J. (Org.). Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia/ Instituto de Geografia; Brasília; CNPq, 2004.

SILVA, A.B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2003, 236 pg.

SILVA, D.A. **Sistemas sensores orbitais**. Centro Técnico Aeroespacial. Instituto de Estudos Avançados. São José dos Campos, 1995.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002.**

TEIXEIRA, A.L.A.; MORETI, E.; CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos sistemas de informações geográficas**. Rio Claro, 1997. 80p.

TERRAVIEW. **Conceitos cartográficos**. Disponível em: <<http://www.tecgraf.puc-rio.br/tdk/tdk-tutorials/tdk-tutorial-basic/ref/ProjecaoCartografica.pdf>>. Acesso em: 08 de jan. o de 2008.

TOURINHO, L.A.M.; PASSOS, E. **O código florestal na pequena propriedade rural: um estudo de caso em três propriedades na microbacia do rio Miringüava**. Disponível em: <http://www.proex.uel.br/estacao/index.php?arq=ARQ_art&FWS_Ano_Edicao=4&FWS_N_Edicao=5&FWS_N_Texto=4&FWS_Cod_Categoria=1>. Acesso em: 27 de dez. de 2007.

TOPUS TECNOLOGIA. **Stratus. Sistema GPS integrado L1**. Disponível em: <http://www.topus.com.br/facix2/_arquivos_produtos/19/Sokkia%20Stratus_pt.pdf>. Acesso em: 26 de set. de 2007.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre, Editora da Universidade/ABRH, 1993.

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE. **Estudo dirigido em sig.** Cartografia. Disponível em: < <http://www.professores.uff.br/cristiane/Estudodirigido/Cartografia.htm>>. Acesso em: 22 de dez. de 2007.

VALENTE, O.F.; CASTRO, P.S. A bacia hidrográfica e a produção de água. *Informe Agropecuario*, Belo Horizonte, v. 9, p. 54-56, 1983.

VIANELLO, R.L.; RAINIER, A. **Meteorologia básica e aplicações.** Viçosa, UFV, 2000, 449p.

WIKIPÉDIA. **Constituição brasileira de 1988.** Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Constitui%C3%A7%C3%A3o_da_Rep%C3%ABlica_Federativa_do_Brasil>. Acesso em: 20 de dez. de 2007.

_____. **Constituição.** Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Constitui%C3%A7%C3%A3o_Federal>. Acesso em: 20 de dez. de 2007.

_____. **Rio Pardo.** Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Rio_Pardo>. Acesso em: 20 de dez. de 2007.

_____. **Imagem:** Rio Grande do Sul, Município de Rio Pardo. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:RioGrandedoSul_Municip_RioPardo.svg>. Acesso em: 16 de fev. de 2008.

ZIMBACK, C.R.L. **Apostila de cartografia.** Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br/intranet/arquivos/Apostila%20Cartografia.pdf>>. Acesso em: 28 de out. de 2007.

APÊNDICES