

## **EMPREGO DE IMAGENS IKONOS E DE UM MODELO DIGITAL DE TERRENO NA DETECÇÃO DE ÁREAS DE INFRAÇÃO DO CÓDIGO FLORESTAL**

Renato Fontes Guimarães<sup>1,6</sup>, Osmar Abílio de Carvalho Júnior<sup>1,6</sup>,  
Adriana Carvalho de Andrade<sup>1</sup>, Roberto Arnaldo Trancoso Gomes<sup>2</sup>,  
Paulo Alfonso Floss<sup>3</sup>, Francisco R. C. do Espírito Santo<sup>3</sup>,  
Éder de Souza Martins<sup>4</sup>, Ana Paula Ferreira de Carvalho<sup>5</sup> &  
Mário Diniz de Araújo Neto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UnB – Universidade de Brasília – Departamento de Geografia  
Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, 70910-900, Brasília, DF, Brasil.  
{renatofg@unb.br, osmarjr, robertogomes}@unb.br

<sup>2</sup>Departamento de Geografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).  
Email: [ratgomes@ig.com.br](mailto:ratgomes@ig.com.br)

<sup>3</sup>CPAF – EPAGRI - Servidão Ferdinando Tusset, s/n, Caixa Postal 791, 89.801-970,  
Chapecó - Santa Catarina.  
Email: {pfloss,frsanto}@epagri.rct-sc.br

<sup>4</sup>EMBRAPA Cerrados – Rodovia Brasília Fortaleza, km 18, Planaltina - Distrito  
Federal.  
Email: [eder@cpac.embrapa.br](mailto:eder@cpac.embrapa.br)

<sup>5</sup>Departamento de Ecologia - Universidade de Brasília (UnB)- Campus Universitário  
Darcy Ribeiro, Asa Norte, 70910-900, Brasília - Distrito Federal.  
Email: [anapaula@unb.br](mailto:anapaula@unb.br)

<sup>6</sup>Bolsista de produtividade do CNPq.

Recebido 12 de outubro de 2003; revisado 22 de dezembro; aceito 15 de janeiro de 2004

**Resumo** - A bacia do rio Ariranha situa-se no Oeste Catarinense sendo uma das regiões mais importantes na produção de suínos. Em virtude do intenso uso das terras para cultivos anuais, grande parte das áreas de vegetação natural foi desmatada. O presente trabalho possui como objetivo avaliar a degradação nas áreas de preservação permanente nas margens dos corpos d'água e nas áreas de declividade acentuada, para

subsidiar atividades de recomposição florestal. A metodologia adotada baseia-se em quatro etapas: a) elaboração do Modelo Digital de Terreno (MDT), b) processamento digital de imagens de alta resolução espacial IKONOS; c) interpretação visual das áreas de vegetação; e, d) comparação com as determinações estabelecidas pelas leis ambientais. As áreas referentes às faixas marginais dos cursos d'água e das áreas de proteção de nascentes foram delimitadas de acordo com as larguras estipuladas pelo Código Florestal. Foram delimitadas as áreas destinadas a preservação e contrastadas com a vegetação remanescente, mapeadas a partir da interpretação das imagens IKONOS. Pode-se constatar em partes da bacia um forte comprometimento das áreas de preservação permanente.

**Palavras-Chaves:** sensoriamento remoto, geoprocessamento, DEM.

**Abstract** - The Ariranha basin is located in the west of Santa Catarina state being one of the most important regions in the swine production. Due to the intense land use, great part of the natural vegetation areas was deforested. The present work has aim to evaluate the degradation in the permanent preserved areas located in the buffer body water and steep slope areas in order to subsidy activities of forest recovery. The methodology consists of the four steps: a) Digital Elevation Model (DEM), b) digital processing of high spatial resolution IKONOS images; c) visual interpretation vegetation areas and d) comparison with the determination established for the environmental laws. The buffer areas referring to the body water and headwater were defined according to forest government laws. Thus, polygons were created along of the body water, the headwaters of the perennial and seasonal streams and also around the lakes, lagoons and dams. The preserved areas were overlapped with the IKONOS image interpretation. The results attest that there is a significant degradation of the vegetation margin river channel

**Keywords:** remote sensing, geoprocessing, DEM.

## INTRODUÇÃO

Aliada à revolução científico-tecnológica, a crise ambiental é responsável pela tendência de reordenações em nível mundial que se consubstancia na busca de um novo padrão de desenvolvimento sustentável (Becker & Egler, 1997). Essas preocupações resultaram na normalização de leis ao meio ambiente para minimizar a interferência decorrente da utilização dos recursos naturais. Entretanto, nem sempre essas leis são efetivamente cumpridas por todos (Brasil, 1983). Os efeitos desejados só são obtidos quando os trabalhos de conservação de água e solo não são restritos as ações isoladas na propriedade agrícola. Constata-se que para que se atinja um equilíbrio entre a preservação do meio ambiente e as atividades de produção é importante uma análise no contexto regional visando o uso múltiplo, contínuo e econômico dos recursos naturais. Desse modo, deve-se trabalhar com as bacias hidrográficas, que consistem em unidades naturais básicas, refletindo à interdependência energética geral entre os atributos bióticos e abióticos.

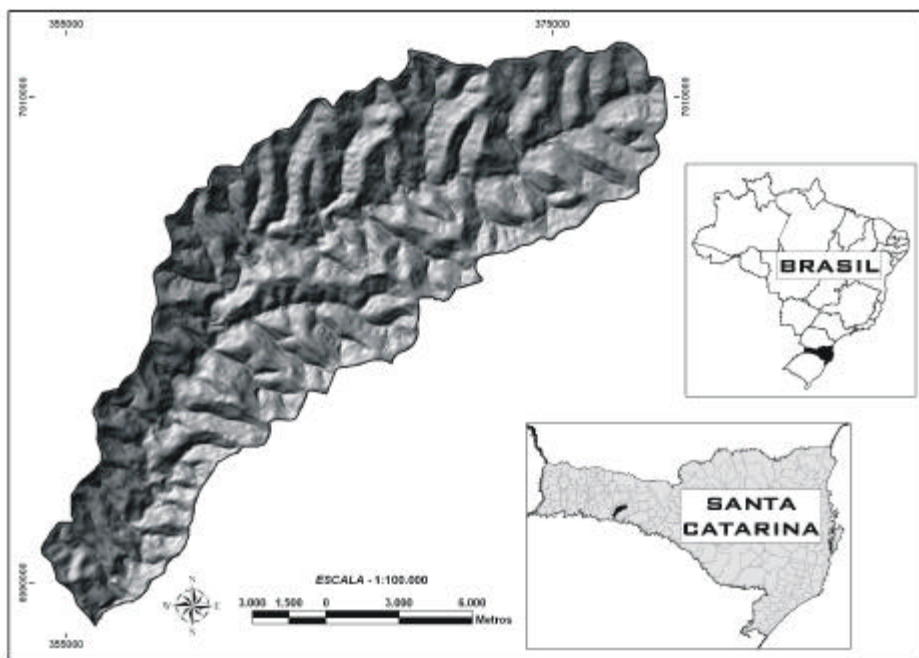
O presente trabalho possui como objetivo avaliar a degradação nas áreas de preservação permanente nas margens dos corpos d'água e nas áreas de declividade acentuada, para subsidiar atividades de recomposição florestal, na bacia do rio Ariranha (SC). Esta bacia possui como principal atividade produtiva a suinocultura. Nas últimas décadas os criadores eram os responsáveis pela alimentação dos animais, portanto, grande parte das florestas da região teve que dar lugar a plantações de grãos suficientes para atender a demanda suína. Atualmente as grandes indústrias fornecem a alimentação dos animais proporcionando o abandono, dos criadores, de grande parte das áreas destinadas

a agricultura. Desta forma, torna-se necessário o estabelecimento de uma metodologia para a delimitação e quantificação das áreas de preservação permanente contempladas pela legislação federal e o seu grau de preservação. A restituição das áreas de infração deve ser reconstituída junto com as comunidades dentro de uma perspectiva de viabilidade econômica que possibilite a adesão dos agricultores de forma a ter um ganho financeiro em harmonia com um ganho ambiental como, por exemplo, apontando-se novas áreas propícias para a implantação de reflorestamentos e de silvicultura.

### **ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo é a bacia de drenagem do rio Ariranha com área de 236,36 km<sup>2</sup>. Localizada no oeste do estado de Santa Catarina (**Figura 1**), próxima à cidade de Chapecó, está contida dentro de cinco municípios: Seara, Xavantina, Arvoredo, Ipumirim e Paial.

O clima da área da bacia, conforme a classificação de Köppen, é sub-tropical constantemente úmido (Cfa) e temperado constantemente úmido (Cfp). A temperatura média anual da bacia varia de 16 a 20°C, apresentando o valor médio de 18°C. Os meses mais quentes são janeiro e fevereiro e os mais frios são junho e julho, e a precipitação anual média da região varia de 2060 a 2200, apresentando uma boa distribuição (EPAGRI, 2001). A geologia da bacia é formada por uma pilha vulcânica que varia basaltos toleíticos na base (Leinz, 1949; Almeida, 1981; Ruegg & Amaral, 1976) e rochas ácidas no topo do tipo Chapecó (Bellieni et al., 1986). O relevo é movimentado com a presença de vales encaixados e encostas íngremes em patamares além da planície aluvial



**Figura 1** - Mapa de localização da Bacia do Rio Ariranha.

localizada próximo a foz. Quanto à vegetação, a área apresenta dois importantes tipos de formação do Domínio da Mata Atlântica: Floresta Ombrófila Mista – que ocorre nas áreas de altitude acima dos 500 metros (planaltos) em climas sem período seco – e a Floresta Estacional Decidual – que contempla a foz do rio Ariranha nas altitudes inferiores a 500 e 600 metros. A economia local é proveniente da atividade agropecuária, onde se destaca a suinocultura vinculada ao sistema de integração industrial. Neste os suinocultores integrados criam os suínos conforme os padrões tecnológicos estabelecidos pela agroindústria (EPAGRI, 2001).

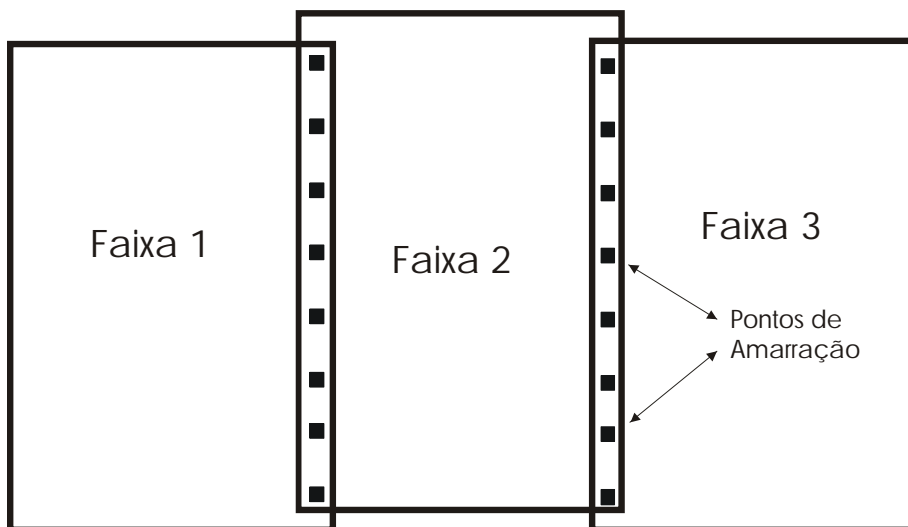
## PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS IKONOS

As imagens IKONOS com alta resolução espacial (1 metro na pancromática e 4 metros multispectral – blue, green, red e near-infrared), com alta fidelidade radiométrica e acurácia geométrica, sendo mais um complemento para as observações *multiscale* já realizadas a partir de sistemas como a Landsat, ASTER, SPOT, AVHRR e MODIS (Dial, et al., 2003). As imagens IKONOS apresentam especificações adequadas ao trabalho por obter um bom detalhamento das pequenas propriedades e fragmentos florestais, que correspondem a grande maioria na bacia. As imagens obtidas da área correspondem a 3 faixas localizadas na porção superior, média e inferior da bacia.

A metodologia adotada apresenta os seguintes passos: (a) confecção do mosaico das três faixas imageadas pelo sensor IKONOS, (b) individualização dos remanescentes florestais por classificação espectral e (c) ajuste por interpretação visual.

Inicialmente, realiza-se o mosaico para os conjuntos de imagens que se concatenam perfeitamente. Assim, obtêm-se três faixas relativas à parte alta, média e baixa da bacia. A partir dessas faixas efetua-se a concatenação lateral das imagens IKONOS que possuem apenas 10% de sobreposição. As faixas são unidas por pontos de amarração com as mesmas coordenadas (**Figura 2**).

No entanto, verifica-se a presença de distorções laterais provocados pela topografia com relação à geometria cartográfica (**Figura 3**). Como as distorções provocadas pelo terreno podem alcançar vários metros é difícil obter uma per-

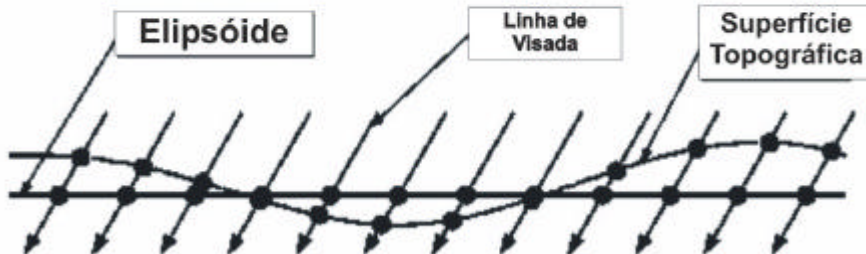


**Figura 2** - Ajuste das faixas de imagens a partir de pontos de amarração.

feita concatenação das faixas. Portanto, o emprego dessas imagens sem uma minuciosa georretificação pode apresentar imprecisões significativas para trabalhos de detalhe (Grodecki & Dial, 2001). Dentro dos propósitos desse trabalho, essas imprecisões cartográficas não são relevantes devido as maiores dimensões dos fragmentos florestais mapeados.

A concatenação lateral fica ainda mais prejudicada entre a faixa relativa à parte do baixo rio Ariranha com relação às outras devido à mudança temporal de três anos. Em determinados pontos onde ocorreu uma significativa mudança no uso da terra observa-se uma quebra na continuidade entre as imagens.

Para a individualização dos remanescentes florestais foi utilizado um procedimento que conjuga a classificação supervisionada seguida de uma interpretação visual em tela.



**Figura 3** - Ajuste das tiras de imagens a partir de pontos de amarração (Grodecki & Dial, 2001).

A classificação supervisionada foi realizada utilizando o método de Máxima Verossimilhança sobre as imagens previamente transformadas pelo método Minimum Noise Fraction (MNF) (Green et al. 1988). A transformação MNF pode ser aplicada como uma técnica de realce digital que salienta os diferentes alvos que compõem a cena. A seleção das amostras foi feita sobre as imagens MNF considerando as áreas florestais e os diferentes tipos de uso como áreas com palhada, solo exposto e áreas agrícolas em preparo. As áreas de sombra também foram consideradas para a classificação devido a sua presença em diferentes contextos sendo posteriormente visualmente classificadas. Devido à alta variação de iluminação do dossel vegetal observa-se que o emprego de uma prévia filtragem por mediana permite uma homogeneização dos fragmentos florestais.

Após a classificação automática é realizado um aferimento por interpretação visual para ajustar os limites, as áreas de sombra e eliminação de pequenos

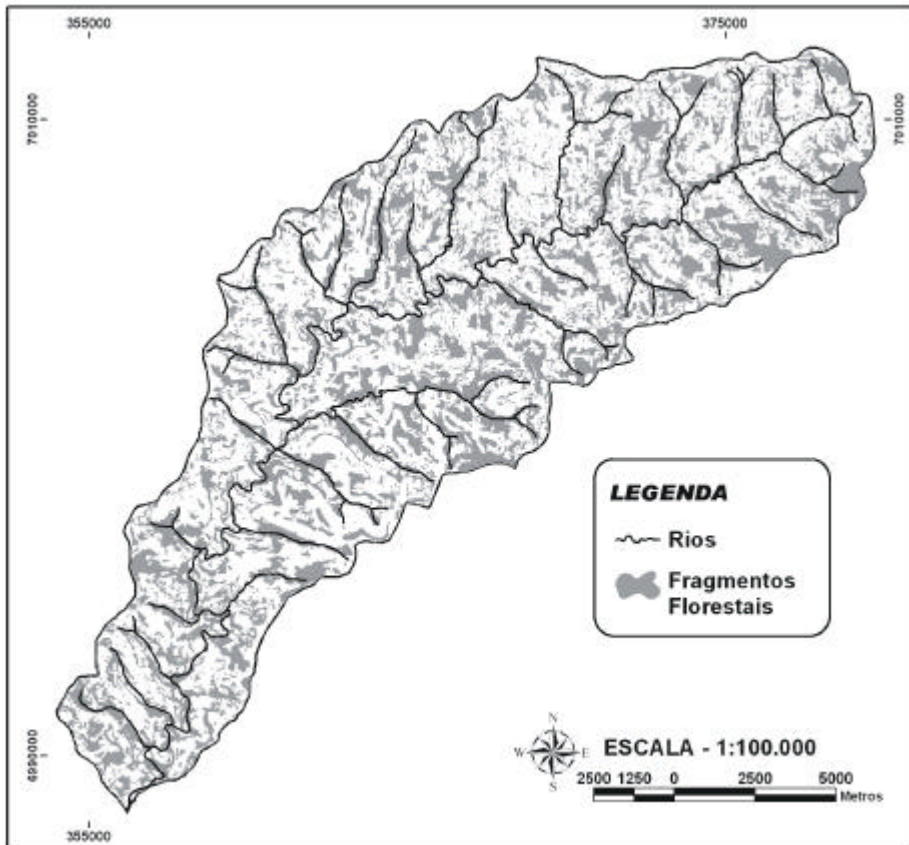


polígonos classificados. A **Figura 4** apresenta o mapa dos fragmentos florestais. Também de forma visual busca-se distinguir as unidades florestais naturais dos reflorestamentos. Como as diferentes unidades florestais são constituídas pelos mesmos elementos, ou seja, vegetação fotossinteticamente ativa, o emprego de classificadores supervisionados é ineficiente para individualizar integralmente essas unidades. A distinção deve ser feita considerando as características texturais do dossel vegetal demarcado pelo padrão de sombreamento. A textura das áreas de reflorestamento possui uma maior homogeneidade de sombreamento definida em padrão linear, enquanto que nas áreas naturais caracterizam-se por maiores variações tonais com característica isotrópica. Observa-se que as pequenas áreas de reflorestamento sem um padrão de plantio não são possíveis de serem distinguidas por interpretação visual sendo necessário um levantamento em campo.

#### **DELIMITAÇÃO DAS FAIXAS MARGINAIS DOS RIOS E ÁREAS AO REDOR DE NASCENTES, REPRESAS E LAGOS.**

O Código de Águas (Brasil, 1934) foi uma das primeiras leis federais para a proteção do meio ambiente. Outros avanços surgiram já na década de 60 com o Código Florestal (Brasil, 1965), Lei de Proteção à Fauna (Brasil, 1967a) e Código de Mineração (Brasil, 1967b).

O Código Florestal, instituído pela Lei 4.771 (Brasil 1965), é um instrumento para disciplinar a ocupação das terras protegendo as funções da floresta. Sua aplicação orienta para a criação de áreas naturais ou silvestres em todas as unidades da Federação. Visando a proteção dos mananciais, o Art. 2º do Código



**Figura 4** - Remanescentes florestais da bacia do rio Ariranha.

Florestal considera como intocáveis as florestas e demais formas de vegetação localizadas ao longo dos cursos d'água, nascentes, áreas ao redor de lagos, lagoas e reservatórios, topo de elevações topográficas, encostas com declividade superior a 45 graus, restingas, bordos de chapadas e em altitude superior a 1.800m. Dessa forma, além dos benefícios para a fauna, a manutenção da vegetação nessas áreas contribui para atenuar os efeitos erosivos e a lixiviação

dos solos, promovendo também a regularização do fluxo hídrico e redução do assoreamento dos cursos d'água e reservatórios (Costa et al., 1996).

No início da década de 80 a Lei Federal número 6.938 (Brasil, 1981), que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, incorporou e aperfeiçoou as normas estaduais já vigentes, instituiu o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) integrado pela União, estados e municípios e atribuiu aos estados a responsabilidade maior na execução das normas protetoras do meio ambiente (Milaré, 1995; Brasil, 1991). Apesar dessas diferenciações dificultarem a formulação de uma Política Ambiental de caráter nacional, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão superior do SISNAMA, tem editado normas importantes em matéria ambiental tais como a exigência de elaboração de estudo e relatório de impacto ambiental (Brasil, 1991). Com as normas técnicas editadas pelo SISNAMA esboça-se um início de política ambiental que deverá ser respaldada por um efetivo plano de ação governamental que integre a União, os estados e os municípios (Milaré, 1995).

Apesar do Art. 2º do Código Florestal (Brasil, 1965) ter representado grande avanço no estabelecimento de uma disciplina para a ocupação da terra, seus dispositivos careciam de regulamentação quanto às áreas de proteção de nascentes, áreas ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais, nas restingas e nas bordas de tabuleiros ou chapadas. Nesse sentido, as alterações mais significativas às leis federais dizem respeito à Lei 7.803 (Brasil 1989) e Resolução Conama 004/85, sendo posteriormente revogada pela Resolução Conama 303/02.

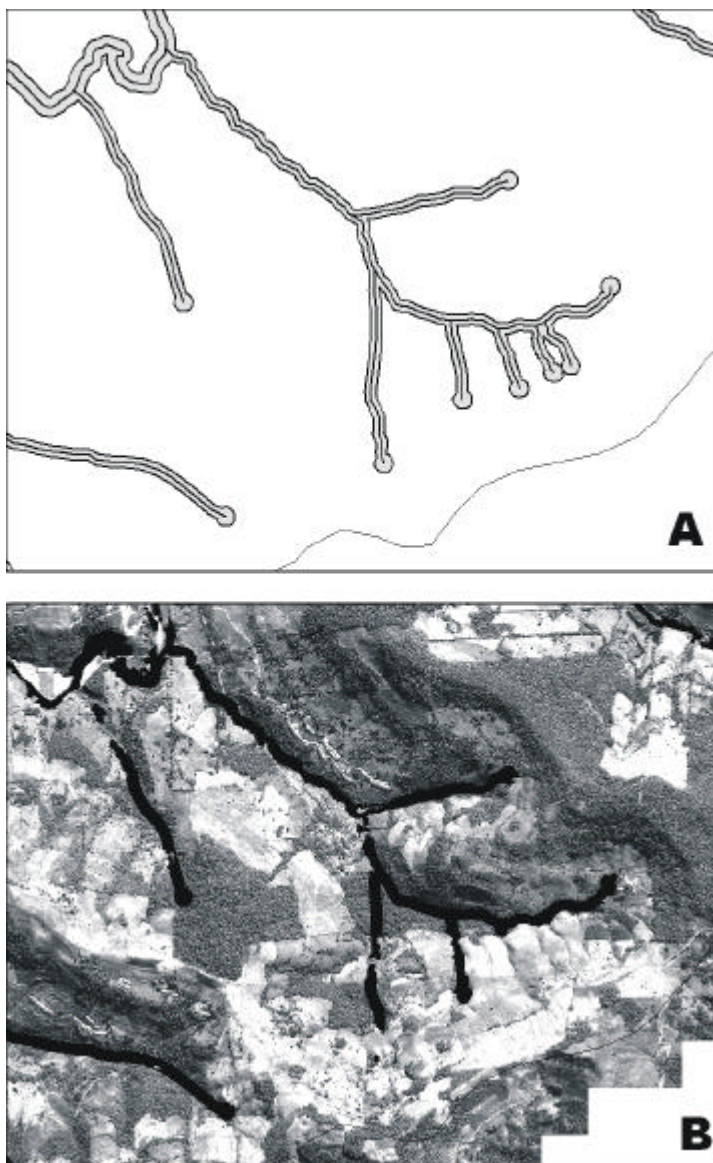
Esta resolução estipula para as nascentes, ainda que intermitentes, e para os chamados “olhos d’água”, qualquer que seja a situação topográfica, um raio mínimo de 50m de largura. O limite mínimo para as faixas de florestas e demais formas de vegetação ao longo de cursos d’água, regulamentada no texto original do Código Florestal, foi aumentado para os cursos d’água com largura acima de 100m. No Art. 3o da resolução foram definidos critérios para a preservação das florestas e demais formas de vegetação situadas ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios e de restingas, previstas no Código Florestal. Segundo essa resolução foi estipulada, ao redor de lagos e lagoas naturais, faixas com metragem mínima de:

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

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

A delimitação das áreas de preservação ambiental em volta dos corpos d’água foi realizada na forma vetorial em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) (**Figura 5**). Foi utilizada a rede hidrográfica digital proveniente do mapa topográfico na escala 1:50.000 da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) com uma atualização feita com a imagem IKONOS. Para toda a extensão do rio foi generalizada uma largura específica. Para melhorar a precisão do cálculo da área de preservação seria necessária a realização de medições em campo da largura do rio.

Os vetores referentes à preservação permanente foram confrontados com a



**Figura 5** - Áreas de preservação permanente (a) delimitação vetorial e (b) com cobertura vegetal.



**Figura 6** - Mapa das áreas de preservação permanente com cobertura vegetal. de cobertura florestal. Esse cruzamento evidencia as localidades onde a cobertura florestal deveria existir e que foi retirada (**Figura 6**).

A **Tabela 1** mostra a estimativa da área de preservação permanente (vegetação natural) das faixas marginais identificadas a partir das imagens de satélite. Foram identificadas áreas de vegetação secundária e de reflorestamento. Observa-se que na área de estudo ocorre uma alta degradação dessas áreas

**Tabela 1.** Estimativa da área de remanescentes da vegetação da Bacia do Rio Ariranha.

TIPO	BACIA (236,36 km <sup>2</sup> )		ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE (16,97 km <sup>2</sup> )	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Vegetação Natural	85,95	36,36	11,85	69,83
Vegetação Secundária	2,72	1,15	0,07	0,41
Reflorestamento	1,59	0,67	0,07	0,41
Área com cobertura florestal	90,26	38,18	11,99	70,65

protegidas por lei. O principal motivo para a supressão de parte da mata da margem do rio é a busca do pequeno agricultor de expandir a área de cultivo. Nessas áreas os pequenos agricultores possuem melhores terras para plantio devido estas áreas serem planícies aluviais (EPAGRI, 2001).

### **DELIMITAÇÃO DOS REMANESCENTES NAS ÁREAS DE DECLIVIDADE ACENTUADA.**

A letra “g” do Art. 2º do Código Florestal prevê áreas de preservação permanente nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, mas não estabelece critérios para sua demarcação. Entretanto, a Resolução Conama 303/02, considera como reservas ecológicas as florestas e demais formas de vegetação situadas nas bordas de tabuleiros (locais onde tais formações terminam por declive abrupto,

com inclinação superior a 100% ou 45°), em faixa com largura mínima de 100 (cem) metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa.

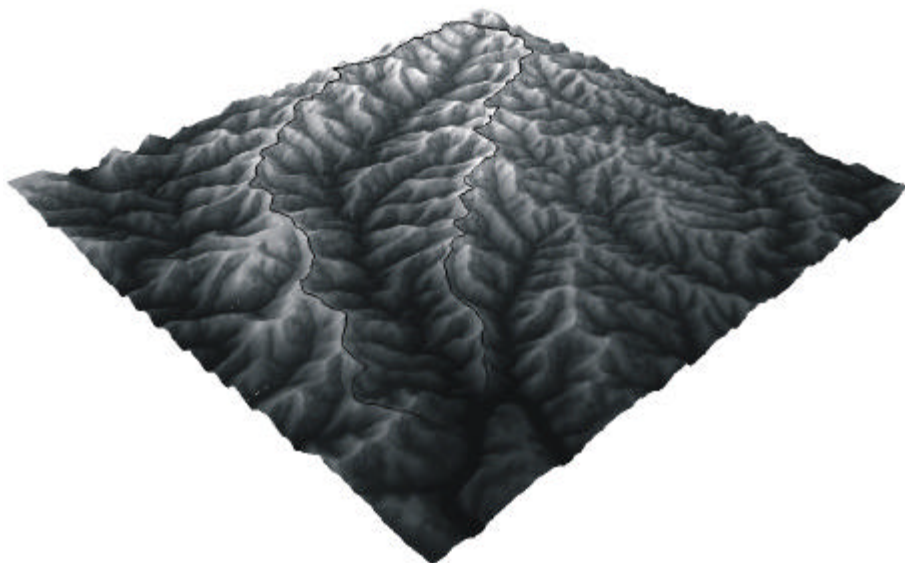
A metodologia para a delimitação das áreas de proteção ambiental em áreas de declive foi estabelecida a partir do MDT. Este modelo foi elaborado a partir da carta topográfica na escala 1:100.000 da DSG utilizando o método de interpolação TOPOGRID (ESRI,1993a) do programa ArcInfo (ESRI, 1993b) (**Figura 7**). A partir do MDT foi gerado o mapa de declividade da área de forma automatizada.

Vários cenários foram elaborados considerando os diferentes aspectos legais, fragilidade ambiental e limitação para o emprego de agricultura e pastagem. Primeiramente, foram estabelecidas as áreas com declividade superior a 45°. Este cenário apresenta uma pequena área destinada à preservação (0,0133 km<sup>2</sup>) que já se apresenta quase na totalidade preservada (89%) (**Tabela 2**). Esse critério, para as condições morfodinâmicas da área de estudo não satisfaz as necessidades para conservação ambiental.

Conforme os levantamentos da aptidão agrícola das terras, como descritos por Ramalho et al. (1978) e Oliveira & Berg (1985) as áreas com relevo forte ondulado, com declives entre 20% e 45% possuem uso agrícola muito restrito, devido o controle à erosão ser dispendioso e antieconômico. Mesmo utilizando-se de técnicas de manejo adequadas, as áreas de aptidão regular e restrita apresentam baixa produtividade com alto risco de erosão (Lepsch et al., 1991).

Para a bacia em estudo observa-se que a limitação de áreas com declividades superiores a 20% apresentam uma extensa área (177,4 km<sup>2</sup>), na qual apenas





**Figura 7** - Visualização em perspectiva do Modelo Digital de Terreno da bacia do rio Ariranha.

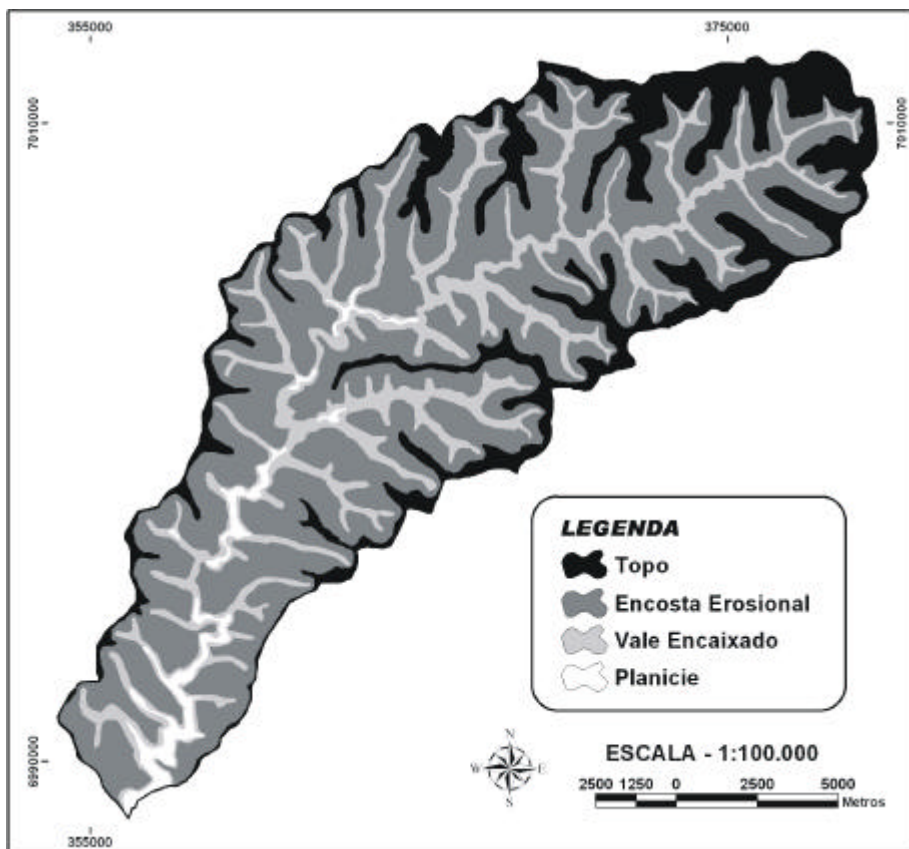
**Tabela 2** - Estimativa da área de remanescentes da vegetação da Bacia do Rio Ariranha por classes de declividade.

Declividade	Área com cobertura vegetal (km <sup>2</sup> )	Área sem cobertura vegetal (km <sup>2</sup> )	Área Total (km <sup>2</sup> )	Porcentagem preservada
Maior que 45 graus	0,0133	0,0016	0,0149	89%
Maior que 45%	18,4	19,4	37,8	48,7
Maior que 35%	37,5	45,6	83,1	45,1%
Maior que 20%	70,9	106,5	177,4	40%

40% estão preservadas. Na medida em que aumenta a declividade existe uma tendência a aumentar a proporção de áreas preservadas. Desta forma, acima de 35% de declividade observa-se uma área preservada de 45,1%, enquanto que para declividade acima de 45%, essa proporção aumenta para 48,7%. Devido ao tradicional uso agrícola das áreas íngremes, em que muitos agricultores utilizam para o seu sustento, é necessário uma priorização de áreas para minimizar os impactos ambientais como também os sociais.

Com o propósito de estabelecer critérios para salientar as características de susceptibilidade de erosão e fragilidade ambiental foram realizados estudos geomorfológicos na bacia do rio Ariranha. O mapeamento foi feito a partir de análise de parâmetros morfométricos (altimetria e declividade) extraídos do MDT e de trabalhos de campo. Desta forma, a bacia do rio Ariranha foi dividida em 4 classes geomorfológicas: Topo, Encosta Erosional, Vales Encaixados e Planície (**Figura 8**). Estas classes foram estabelecidas levando-se em conta que a bacia compreende uma seqüência de patamares na forma de degraus o que proporciona várias descontinuidades de relevo marcadas por escarpas. As bordas apresentam uma intensa dissecação com baixa relação pedogênese/erosão dos solos. Os principais pontos de ruptura de relevo são representados por incisões fluviais que expõe encostas estruturais em patamares definidos por camadas de rochas referentes a dacitos e andesitos com maior resistência que os basaltos.

Constatou-se em campo que, até mesmo nas áreas de encosta erosional o uso para pastagem vem ocasionando o desenvolvimento de ravinas erosivas. Para essas áreas com predomínio de cambissolo, que já foram desmatadas, um



**Figura 8** - Mapa geomorfológico da bacia do rio Ariranha (SC).

possível uso seria o emprego de silvicultura que permitiria ao proprietário das terras uma fonte de renda (Flores, 1995).

Assim, foram definidas como áreas prioritárias para a formulação de um programa de conscientização e incentivo ao reflorestamento as áreas relativas às classes da encosta erosional com declividades superiores a 35%.

Nesse contexto, apesar de áreas com declividades superiores a 35% não serem destinadas a preservação permanente, segundo a Resolução Conama 303/02 (declividades superiores a 100%), estas podem ter um grande grau de instabilidade quando estão associadas com a unidade geomorfológica com maior propensão à erosão (Encosta Erosional). Desta forma, optou-se por assegurar essas áreas como de preservação permanente.

As encostas erosionais com declividade superior a 35% possuem 54,18 km<sup>2</sup>, ou seja, 23 % da área total da bacia. Nesta porção 31,61 km<sup>2</sup> (58,34%) estão sem cobertura florestal (**Figura 9**), sendo áreas propícias para o desencadeamento de processos erosivos. Pelo fato de que a recuperação da floresta nativa não traz um benefício sócio-econômico sustentável, uma forma de minimizar o problema seria a implantação da silvicultura.

## CONCLUSÃO

A região do oeste catarinense se caracteriza por uma intensa atividade agropecuária de décadas que ocasionou a diminuição dos recursos florestais. Em proporção à área da bacia têm-se 38,18% de cobertura florestal, não sendo um dos piores índices regionais.

Um agravamento da situação é a elevada taxa de áreas desmatadas nas áreas de preservação permanente. Desta forma, se torna necessário à conscientização da sua importância junto com a comunidade para que seja possível a formulação de um plano para o reflorestamento dessas áreas.

Outro problema apontado é a elevada taxa de desmatamento nas áreas com alta declividade que proporciona a aceleração dos efeitos erosivos.



**Figura 9** - Mapa das áreas de encostas erosionais com declividade superior a 35% com e sem cobertura vegetal.

Desta forma, é proposto como solução à implantação da silvicultura para compor as áreas desmatadas nas declividades acima de 35% e que estão inseridas na classe geomorfológica encosta erosional que correspondem a 58,34%. Essa medida ajudaria a minimizar os problemas ambientais, frequentes nestas áreas, e ainda proporcionaria uma fonte de renda para os agricultores.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao apoio financeiro do projeto GESTAR, coordenados pelo Ministério do Meio Ambiente e pela FAO. Agradecem também ao Centro de Pesquisa para a Agricultura Familiar referente à Gerência Regional de Chapecó da EPAGI pelo apoio logístico na etapa de campo.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Almeida, F.F.M. Síntese sobre a tectônica da Bacia do Paraná. In: Simpósio Regional de Geologia, 3, 1981, Curitiba. Anais. São Paulo: SBG, 1981.
- Becker B. K. & Egler, C. A. G. Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico - Econômico pelos Estados da Amazônia Legal. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 1997. 43p.
- Belliemi, G.; Comin-Chiaramonti, P.; Marques, L.S.; Martinez, L.A.; Melfi, A.J.; Nardy, A.J.R.; Papatrechas, C.; Piccirillo, E.; Roisenberg, A.; Stolfa, D. Petrogenetic aspects of acid and basaltic lavas from the Paraná plateau (Brazil): geological, mineralogical and petrochemical relationships. *Journal of Petrology*, v.27, p.915-944, 1986
- Brasil. Decreto 24.643, de 10 de julho de 1934 (Código de Águas). 1934.
- Brasil. Lei Federal 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal Brasileiro). 1965.
- Brasil. Lei Federal 5.197, de 3 de janeiro de 1967 (Proteção à Fauna). 1967a.
- Brasil. Decreto Lei 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). 1967b.
- Brasil. Lei Federal 6.938, de 31 de agosto de 1981 (Política Nacional do Meio Ambiente). 1981.
- Brasil. Manejo e conservação do solo e da água; informações técnicas. Brasília: Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Produção Agropecuária. Secretaria de Recursos Naturais. Coordenadoria de Conservação de Solo e Água, 1983.

- Brasil. Evolução da Política Ambiental. In: O Desafio do Desenvolvimento Sustentável - Relatório do Brasil para a Conferência das nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Brasília: Secretaria de Imprensa da Presidência da República, 1991. p.71-91.
- Carvalho, A. P. F.; Carvalho Junior, O. A.; Leite, L. L.; Guimarães, R. F.; Martins, E. S. Desenvolvimento de uma metodologia em SIG para a delimitação das áreas de preservação permanente como subsídio ao Zoneamento Ecológico - Área de estudo: Bacia do Ribeirão do Gama, DF. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Embrapa Cerrados, Planaltina (DF), v.39, p.1-19. 2001.
- Costa, T. C. C.; Souza, M. G.; Brites, R. S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente, por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8, Salvador, Anais. São José dos Campos: INPE, CD-ROM. 1996.
- EPAGRI. Inventário das terras da sub-bacia hidrográfica Rio Ariranha. Florianópolis: EPAGRI, CD-ROM. 2001.
- Flores, M.X. Uso agrícola do solo: principais tipos de solo, potencial de utilização e impactos ambientais In: Tauk-Tornisielo, S.M.; Gobbi, N.; Foresti, C.; Lima, T.M. (eds.) Análise ambiental estratégias e ações. Piracicaba: T.A. Queiroz, 1995. cap.7, p.280-290.
- Green, A. A.; Berman, M.; Switzer, P.; Craig, M. D. A transformation for ordering multispectral data in terms of images quality with implications for noise removal. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v.26, n.1, p.65-74. 1988.
- Grodecki, J. & Dial, G. IKONOS geometric accuracy. In: Proceedings of Joint Workshop of ISPRS Working Groups I/2, I/5 and IV/7 on High Resolution Mapping from Space 2001, University of Hannover, Hannover, Germany, Sept 19-21. 2001.

- Leinz, V. Contribuição à geologia dos derrames basálticos do sul do Brasil. São Paulo, USP, 1949. 61p. Tese Doutorado.
- Lepsch, I.F. Bellinazzi, J.R.; Bertolini, D.; Espíndola, C.R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175p.
- Milaré, E. Política Ambiental Brasileira. In: Tauk-Tornisielo, S.M.; Gobbi, N.; Foresti, C.; Lima, S.T. (eds.). Análise Ambiental: Estratégias e Ações. São Paulo: T. A. Queiroz/Fundação Salim Farah Maluf, 1995. p.15-18.
- Ramalho, A.; Pereira, E.G.; Beek, K.J. Sistemas de avaliação da aptidão agrícola das terras. Brasília: EMBRAPA, 1978. 70p.
- Ruegg, N.R.; Amaral, G. Variação regional da composição química das rochas basálticas da Bacia do Paraná. Bol. Inst. Geoc., v.7, p.131-147, 1976.