

Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental
REGET/UFSC (e-ISSN: 2236-1170).

TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADAS AO MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DA TERRA NO ARROIO CAPÃO, SÃO GABRIEL – RS

Roberta Aparecida Fantinel¹, Aline Nogueira Palmeira²,
Maria Aparecida Possati dos Santos¹, Ana Caroline Paim Benedetti³

RESUMO

O presente trabalho apresenta as ações desenvolvidas na área de sensoriamento remoto, com objetivo de analisar os dados históricos e atuais quanto ao uso e ocupação da terra no Arroio Capão, localizado na microbacia do Rio Cacequi, no Município de São Gabriel – Rio Grande do Sul. Para isso, utilizaram-se imagens do sensor *Thematic Mapper* (TM) a bordo do satélite Landsat 5, de diferentes datas, uma imagem do ano de 1985 e outra do ano de 2010. Foi realizada a classificação do tipo supervisionada por Máxima Verossimilhança, considerando as seguintes classes: água, campo, solo exposto e floresta. A análise temporal das classificações mostrou a dinâmica das classes de uso e cobertura da terra permitindo averiguar que grande parte da classe campo em 1985 foi convertida para a classe solo exposto em 2010. Neste sentido, as alterações ambientais observadas mostram que práticas incorretas de manejo do solo são responsáveis pela transformação paisagística do local de estudo.

Palavras-chave: classificação digital; satélite Landsat 5; imagens orbitais.

TECHNIQUES OF REMOTE SENSING APPLIED TO MAPPING OF LAND USE AND COVER ON THE ARROIO CAPÃO, SÃO GABRIEL – RS

ABSTRACT

This paper presents the actions developed in the remote sensing with objective of analyze historical and current data regarding the use and occupancy of the soil located in the Arroio Capão, located in River Cacequi in São Gabriel in Rio Grande do Sul. For this, we used images of the sensor *Thematic Mapper* (TM) onboard the Landsat 5 satellite, of different dates, one of the year 1985 and another in 2010. Classification was performed by supervised type Maximum Verossimilhana. The classes considered were water, field, forest and bare soil. The analysis showed the temporal dynamics of the classifications of land cover classes allowing to ascertain that a large part of the class field in 1985 was converted to bare soil class in 2010. In this sense, the environmental changes observed show that incorrect practices of soil management are responsible for transforming the landscape of the study site.

Keywords: digital classification; Landsat 5 satellite; orbital images.

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental
REGET/UFMS (e-ISSN: 2236-1170).**

INTRODUÇÃO

A falta de planejamento e consequente destruição dos recursos naturais, particularmente das florestas, caracterizou o processo de ocupação do Brasil. Ao longo da história do País, a cobertura florestal nativa, representada pelos diferentes biomas, foi sendo fragmentada, cedendo espaço para as culturas agrícolas, as pastagens e as construções das cidades (MARTINS, 2001).

Dos mais diversos tipos de formações florestais encontram-se as matas ciliares, que são formações localizadas ao longo dos cursos de água. As matas ciliares apresentam características vegetacionais definidas por uma complexa interação de fatores dependentes das condições ambientais ciliares (RODRIGUES, 2001).

As plantas formam parte dos ecossistemas e são fatores decisivos para a conservação do meio ambiente. Nas microbacias com cobertura de floresta natural, a vegetação promove a proteção contra a erosão do solo, a sedimentação e a lixiviação excessiva de nutrientes (SOPPER, 1975). Métodos de cultivo inadequados, geralmente causam impactos negativos para o meio ambiente, pois as atividades agrícolas alteram os ecossistemas naturais e prejudicam as espécies da flora e da fauna com a redução de habitat nativo.

A retirada das florestas e das vegetações nativas para a construção de infra-estrutura agrícola fraciona e reduz o espaço dos ecossistemas naturais, contribuindo para o assoreamento, o aumento da turbidez das águas, o desequilíbrio do regime das cheias, a erosão dos solos ocasionada devido às práticas incorretas de manejo dos solos, além do comprometimento da fauna silvestre, (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1994).

Em relação à pecuária, um dos impactos ambientais negativos mais expressivos da produção animal é gerado pelo superpastoreio, provocado a partir do pisoteio excessivo do gado que vai até os cursos de água para beber.

O superpastoreio, sendo feito por todo rebanho, várias vezes ao dia, cria passagens que, futuramente, se tornarão valas e, conseqüentemente, erosões facilitando o assoreamento dos cursos de água extinguindo a vegetação ciliar.

Na microbacia do Rio Cacequi, onde está situado o Arroio Capão, os altos índices de déficit de mata ciliar estão relacionados com as ações antrópicas como a agricultura e a pecuária.

Diante do dinamismo das ações humanas, não é possível acompanhar estas transformações de forma rápida e atual sem auxílio de novas tecnologias, por isso, se faz necessário, o uso de técnicas do sensoriamento remoto, que possibilitam em obter de forma rápida e segura o levantamento e mapeamento de uso e ocupação de porção do espaço geográfico. Neste sentido, o sensoriamento remoto, é entendido como um conjunto de atividades cujo objetivo reside na caracterização das propriedades de alvos naturais, através de detecção, registro e análise de fluxo de energia radiante (STEFFEN *et al.*, 1981).

O sensoriamento remoto representa uma ferramenta importante para a obtenção de dados básicos e espaciais, para realização de tarefas de proteção do ambiente natural, bem como para decisões de planejamento, fornecendo estruturas básicas para a observação do meio (BLASCHKE e KUX, 2005).

A expressão “uso da terra” pode ser entendida como a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem (ROSA, 1992), sendo assim, é importante considerar a forma que este espaço está sendo ocupado, ou seja, se é explorado de forma organizada e produtiva, conforme cada região. As imagens de satélite permitem uma visão de conjunto e multitemporal, o qual permite acompanhar as transformações do espaço ao longo do tempo.

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental
REGET/UFSC (e-ISSN: 2236-1170).**

Deste modo, o planejamento ambiental é importante para compreender a dinâmica da paisagem e as alterações antrópicas, visando à conservação e preservação do meio ambiente, estabelecendo assim, propostas para recuperação ambiental e garantindo o desenvolvimento sustentável.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo o mapeamento do uso e cobertura da terra no Arroio Capão, localizado na microbacia do Rio Cacequi, município de São Gabriel, Rio Grande do Sul, entre os anos de 1985 e 2010.

METODOLOGIA

Características da área de estudo

A área do estudo compreende as margens do Arroio Capão, pertencente à microbacia do Rio Cacequi, pertencente ao município de São Gabriel, Rio Grande do Sul, (Figura 1), mais precisamente no Distrito de Azevedo Sodré localizado entre as coordenadas geográficas 30°06'36.27" e 30°11'09.46" de latitude sul e 54°37'46.09" e 54°40'48.51" de longitude oeste.

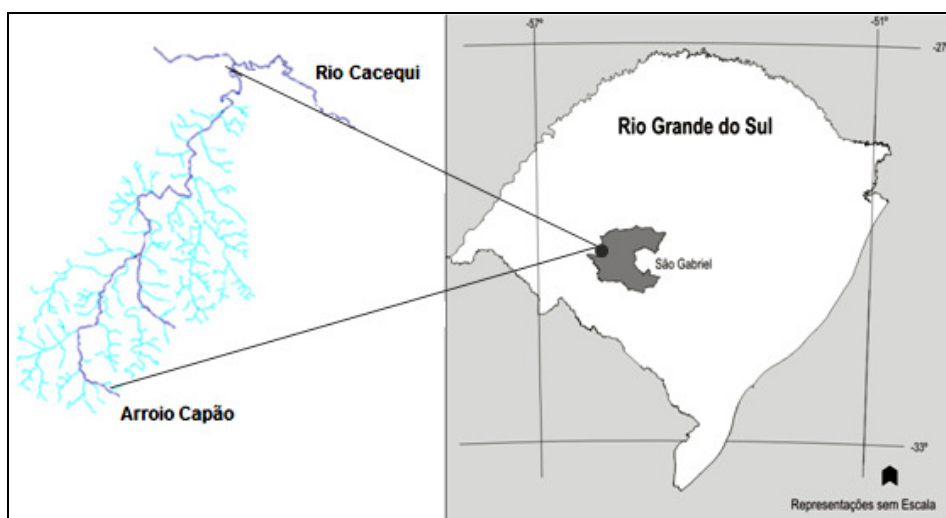


Figura 1 - Localização do Arroio Capão no município São Gabriel – RS.

Clima

Segundo Köppen o clima da região é do tipo subtropical úmido (Cfa). Apresentam temperaturas médias de 19°C com mínima de 5°C e máxima de 31°C. A precipitação anual é superior a 1300 mm e inferior a 1800 mm, com regime de chuvas hibernais, (MACHADO 1950; MORENO1961).

Geologia

O relevo da região é classificado como suave ondulado a plano, e que, eventualmente, são usados com a cultura do arroz irrigado (PINTO *et al.*; 1999). Os solos predominantes nas planícies de inundações são os planossolos háplicos eutróficos arênicos já nas coxilhas de cotas intermediárias situam-se os argissolos bruno acinzentados alíticos. Nas cotas mais altas ocorrem

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental
REGET/UFSM (e-ISSN: 2236-1170).**

os argissolos vermelho distrófico arênicos e os neossolos quartzarênico órticos ambos de textura arenosa, e muito suscetíveis a erosão. (STRECK *et al.*, 2008).

Vegetação

A vegetação presente na área de estudo é de “campo sujo”, com predomínio de gramíneas e algumas espécies arbóreas como a *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze (Maricá), que se destacam por sua adaptação a terrenos úmidos e rochosos, sendo recomendada para controle de processos erosivos e para plantio em terrenos sujeitos à inundações periódicas (CARVALHO, 1994), a *Eugenia uniflora* (Pitangueira), onde habitam as mais diversas formações florestais, principalmente em solos arenosos e úmidos, e *Salix humboldtiana* Willd (Salso-crioulo), que se encontra desde Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, principalmente nas bacias do Rio Paraná, Uruguai até a Cordilheira dos Andes, constituindo uma das espécies mais característica das florestas ciliares, tanto no Planalto, Depressão Central, Bacia do Ibicuí, Escudo Rio-Grandense como na Campanha Gaúcha (REITZ *et al.*, 1988; LORENZI, 1992).

Obtenção e processamento das imagens de satélite

Foram utilizadas imagens datadas de 14/06/1985 e 30/04/2010, disponíveis gratuitamente do banco de imagens do INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais) do satélite Landsat 5, sensor TM (*Thematic Mapper*), com 30 metros de resolução espacial. As imagens foram convertidas e importadas em um banco de dados espaciais do aplicativo SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas).

No processamento digital das imagens, foram testadas e geradas diversas composições de bandas, visando à classificação supervisionada. A confecção das composições coloridas em BGR (blue, green, red) com diferentes sequências podem ser exploradas, possibilitando assim a escolha do melhor modo para fazer a análise interpretativa da região.

Dentre as composições testadas, foi selecionada para a obtenção da informação espectral, a composição colorida falsa cor em BGR com as bandas 3, 4 e 5, respectivamente (banda 3, no canal azul (B); banda 4, no canal verde (G) e banda 5, no canal vermelho (R)), que por sua vez ela demonstrou ser a mais adequada para este estudo em função das suas características espectrais, tais como (INPE, 2011):

- a banda 3 permite definir um bom contraste entre diferentes tipos de vegetação, devido a baixa reflectância das folhas;
- na banda 4, a vegetação reflete muita energia, permitindo analisar a rugosidade do dossel florestal, até a morfologia do terreno e ainda o delineamento de corpos d'água;
- a banda 5 possibilita observar stress na vegetação causado por desequilíbrio hídrico.

Com base na observação visual das imagens, a classificação foi realizada de modo supervisionado, conhecido como “pixel a pixel”, na qual foi utilizado o classificador *MaxVer* do SPRING 5.1.6, com limiar de aceitação de 99,9%.

Foram definidas cinco classes de interesse para o trabalho, sendo estas:

- Água: representam rios, arroios, açudes e banhados;
- Campo: inclui áreas de vegetação rasteira e com criação de gado, pastagem e campo sujo;
- Floresta: correspondem às florestas nativas e áreas de florestamento;
- Solo exposto: compreendem as áreas agrícolas em pousio ou em preparação para o plantio.

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental
REGET/UFES (e-ISSN: 2236-1170).**

Para validar o que foi constatado visualmente nas classificações, construiu-se a matriz de confusão, que representa a distribuição de percentagens de pixels classificados de forma correta ou erroneamente (CONGALTON, 1991).

De acordo com Congalton (1991) uso do coeficiente Kappa é satisfatório na avaliação da precisão de uma classificação temática, pelo fato de levar em consideração toda a matriz de confusão no seu cálculo, inclusive os elementos de fora da diagonal principal, os quais representam as discordâncias na classificação, diferentemente da exatidão global, por exemplo, que utiliza somente os elementos diagonais (concordância real).

O coeficiente Kappa de concordância (K) é uma medida da concordância real (indicado pelos elementos diagonais da matriz de confusão) menos a concordância por chance (indicado pelo produto total da linha e coluna matriz) (MOREIRA, 2005), conforme segue:

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

Sendo:

K = coeficiente Kappa de concordância;

N = quantidade total de pontos amostrais;

r = número de linhas da matriz de erro;

x_{ii} = valor na linha i e coluna i;

x_{i+} = soma da linha i;

x_{+i} = soma da coluna i.

Landis e Koch (1977) propõem uma escala de avaliação da qualidade da classificação digital pela análise do coeficiente Kappa, descrita na Tabela 1:

Tabela 1 - Qualidade da classificação segundo intervalos do coeficiente Kappa.

Valor de Kappa	Qualidade do mapa temático
< 0,00	Péssima
0,00 - 0,20	Ruim
0,20 - 0,40	Razoável
0,40 - 0,60	Boa
0,60 - 0,80	Muito Boa
0,80 - 1,00	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado do coeficiente Kappa calculado no ano de 1985 e 2010 foi respectivamente de (K=0,82 ou 82%) e (K=0,98 ou 98%), portanto, enquadra-se em uma classificação considerada “excelente” de acordo com a classificação de Landis e Koch (1977).

Após o mapeamento das classes temáticas de uso e cobertura da terra, tornou-se possível o relatório de medida de áreas em hectares. Na Tabela 2 estão representadas as classes

Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental
REGET/UFSC (e-ISSN: 2236-1170).

temáticas, com os valores quantificados através do processo de classificação digital para os anos de 1985 e 2010.

Tabela 2 - Quantificação das classes temáticas do Arroio Capão, localizado na microbacia do Rio Cacequi, Município de São Gabriel - RS, nos anos de 1985 e 2010.

Classe temática	Área em 1985 (ha)	Área em 2010 (ha)	Varição em área (ha)
Água	92,25	172,08	79,83
Campo	2.428,28	1.580,22	- 848
Solo exposto	2.145,60	2.890,97	745,37
Floresta	132,3	155,16	22,86
Total	4.798,43	4.798,43	-

Os gráficos ilustrados na Figura 2 apresentam a evolução das classes temáticas no ano de 1985 e 2010.

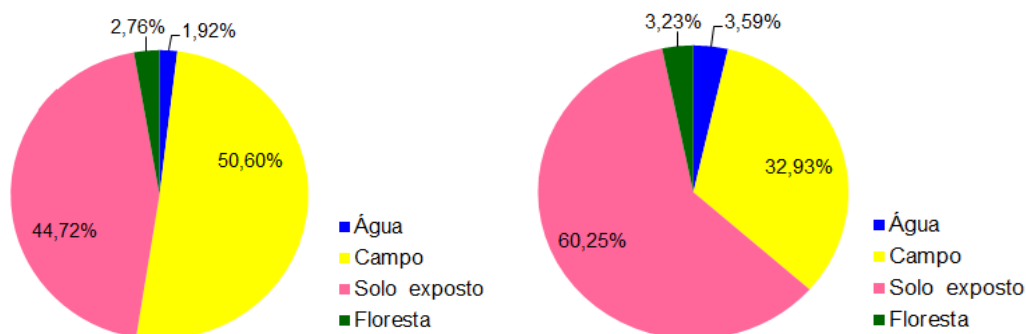


Figura 2 - Evolução percentual das classes temáticas do Arroio Capão, São Gabriel – RS entre os anos de 1985 e 2010.

Mudanças significativas ocorreram em todas as classes temáticas analisadas. A classe “Água” apresentou acréscimo em área no ano de 2010, esse aumento pode ser em decorrência da erosão sofrida ao longo dos anos na microbacia, erosão essa provocada pelas diversas formas de exploração do uso e manejo inadequado do solo.

No ano de 1985 a classe “Campo” detinha maior área em hectares em relação ao ano de 2010, devido à prática da pecuária extensiva caracterizada pela presença de rebanhos de bovinos na região. Já na classe “Solo exposto”, expandiu sua área em 2010, evidenciando, que o solo vem sofrendo constantes modificações ao longo dos anos com a ação antrópica.

Para a classe temática “Floresta”, observou-se um aumento dessa cobertura no ano de 2010. Nesta categoria, estão abrangidos todos os tipos de vegetação arbórea ocorrentes na microbacia, quais sejam florestas nativas primárias e secundárias, capoeiras e florestas implantadas, como por exemplo, pequenos povoamentos de *Eucalyptus spp.*

Nas Figuras 3 e 4, observa-se os mapas temáticos gerados para os anos de 1985 e 2010, respectivamente. Neles, é possível constatar mudanças significativas na distribuição espacial destas classes decorridas em um intervalo de 25 anos.

Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental
REGET/UFSC (e-ISSN: 2236-1170).

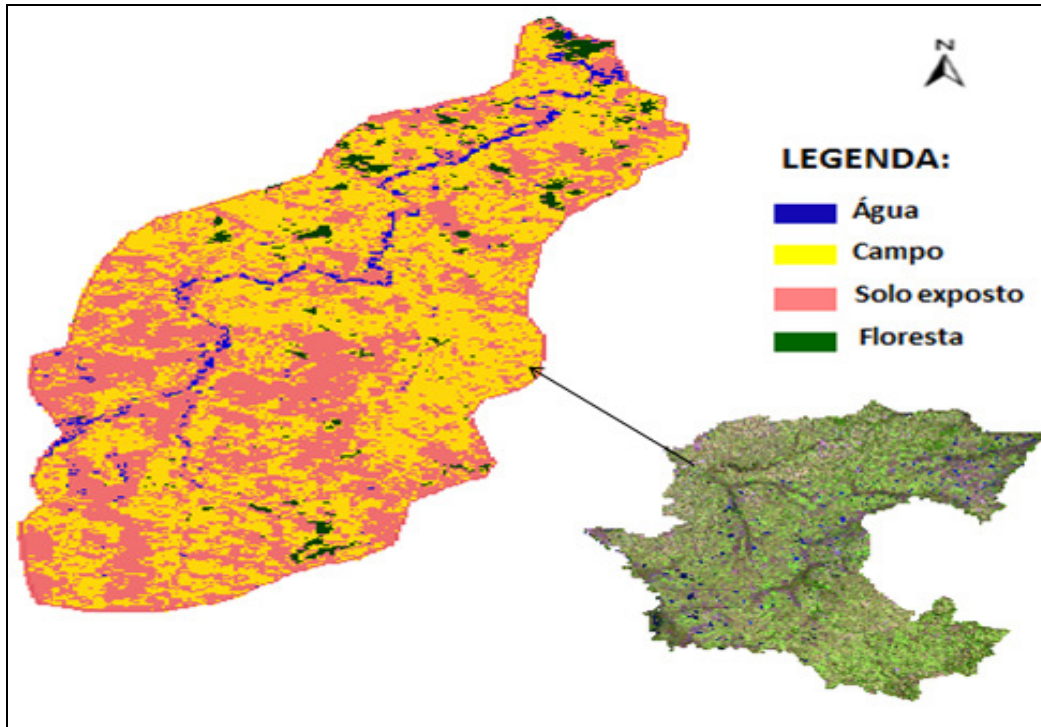


Figura 3 – Mapa temático de uso e cobertura da terra do Arroio Capão, localizado na microbacia do Rio Cacequi - São Gabriel, RS em 1985.

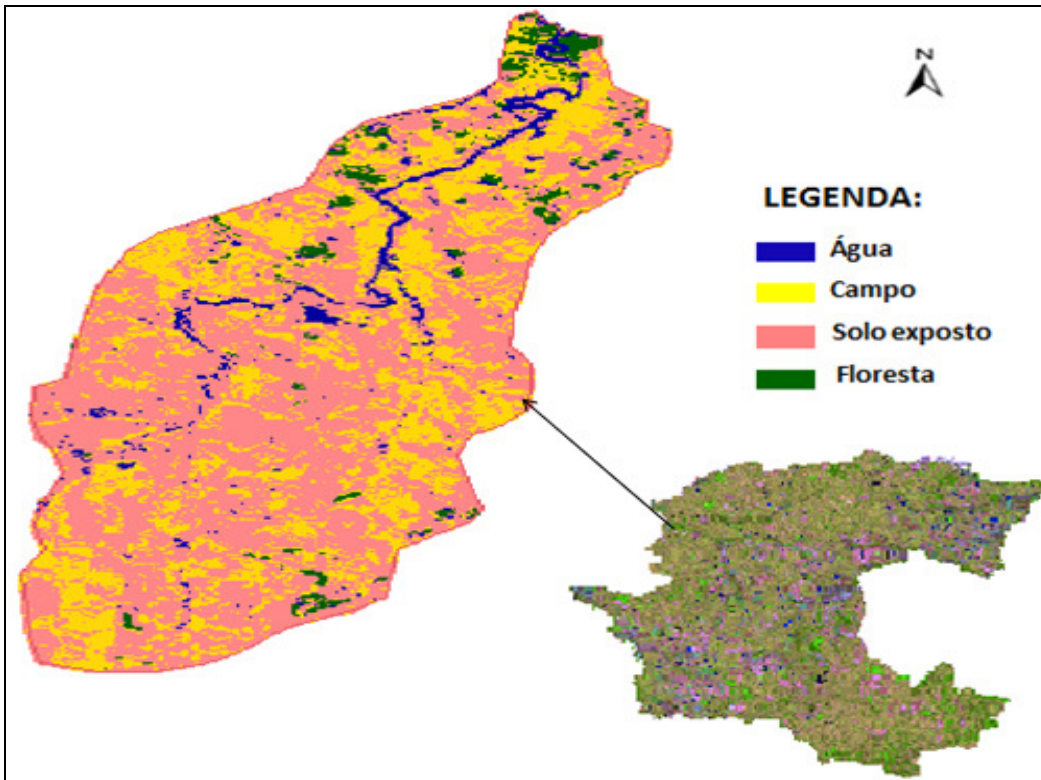


Figura 4 – Mapa temático de uso e cobertura da terra do Arroio Capão, localizado na microbacia do Rio Cacequi - São Gabriel, RS em 2010.

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental
REGET/UFMS (e-ISSN: 2236-1170).**

CONCLUSÕES

O uso de técnicas de sensoriamento remoto, mostrou-se eficiente ao que se propunha o objetivo deste trabalho. Através da utilização das imagens do satélite Landsat 5, foi possível reconstituir os panoramas da dinâmica do uso e cobertura da terra, observando as principais mudanças decorridas na paisagem entre os anos de 1985 e 2010, nas classes água, campo, solo exposto e floresta presente na área do Arroio Capão.

A partir dos dados obtidos, pode-se averiguar que grande parte da classe “Campo” em 1985 foi convertida para a classe “Solo exposto” no ano de 2010.

Nesse sentido, as alterações ambientais observadas no período de 1985 e 2010 mostram que práticas incorretas de manejo do solo são responsáveis pela transformação paisagística em amplas áreas, visto que, ocorre à redução da biodiversidade de espécies, substituem a cobertura vegetal original por pastagens, deixando assim, o solo desprotegido ocasionando futuramente erosões e o assoreamento de arroios e rios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLASCHKE T. & KUX H. **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 640p.

CONGALTON, R. G.; Mead R. A. **A review of assessing the accuracy of classifications of remote sensed data. Remote Sensing of Environment**, v.37, n.1, p.35-46, 1991.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2010. Disponível em: <http://www.inpe.br>. Acesso em: 12 de set. 2011.

KOTZ S, Johnson NL. *Encyclopedia of statistical sciences*. New York: John Wiley & Sons; 1983. v.4, p.352-4.

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p.159-174, 1977. NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento**.

LORENZI, H.; **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1992. 368 p.

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental
REGET/UFSC (e-ISSN: 2236-1170).**

MACHADO, F.P. **Contribuição ao estudo do clima do Rio Grande do Sul.** Rio de Janeiro: Serviço Gráfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1950. P.8-9.

MARTINS, Sebastião Venâncio. **Recuperação de Mata Ciliar.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2001.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. 1961. 41p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** 3. ed. Viçosa, UFV, 2005. 320p.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; ALMEIDA, R.J. de; MELLO, J.M. de; GAVILANES, M.L. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do córrego Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v.17, n.1, p.67-85, 1994.

PINTO, L. F. S.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. da S.; SOUZA, R. O. Caracterização de solos de várzea. In: GOMES, A. da S.; PAULETTO, E. A. **Manejo do solo e da água em áreas de várzea.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 11-36.

REITZ, P.; KLEIN, R. M. REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul.** 1988. 423p.

RODRIGUES, Ricardo Ribeiro; Leitão Filho, Hermogenes. **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP, 2001.

ROSA, R. Introdução ao Sensoriamento Remoto. 2ª ed.rev. Uberlândia. Ed. da Universidade Federal de Uberlândia, 1992.

STRECK et al. **Solos do Rio Grande do Sul.** 2ª ed. Ed. Embrapa, 2008.

SOPPER, W. E. Effects of timber harvesting and related management practices on water quality in forested watersheds. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v.4, n.1, p.24-9, 1975.

STEFFEN, C. A.; LORRENZETTI, J.A.; STECH, J. L. **Sensoriamento Remoto: princípios físicos; sensores e produtos e sistema LANDSAT.** São José dos Campos: INPE, 1981. 81p. (INPE – 2226 – MD/013).