

APLICAÇÃO DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA DETERMINAÇÃO DA EVOLUÇÃO DA MATA NATIVA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FORQUETA – RS ENTRE 1985 E 1995

Claudete Rempel*

Dirce Maria Antunes Suertegaray**

André Jasper***

Abstract

The modern knowledge about the vegetal cover of the hydrographic basins is very important to study ecological processes as displacement of the species or soil erosion. A way to estimate this information is through sensorial remote techniques, mainly in developing countries where the aerophotogrametry of the vegetal cover is archaic.

The evidence that the remote sensing is a good proxy to confirm the amount of original forest in the Hydrographic Basin of the Forqueta River, as well as the analysis of the deforestation process through 1985-1995, are the focus of the present research. The study area lies between the latitudes 29°30' and 28°49' S and the longitudes 52°00' and 52°45' W on the northeast Rio Grande do Sul State, in the region called Encosta da Serra Geral.

The steps that are being followed in order to develop this analysis are:

1st stage: Classification of the vegetation areas (categories) and use of the soil in the field.

2nd stage: Temporal analysis of the images with a no supervised digital ranking – Isodata – and supervised – Gaussiana Maximum.

* Bióloga, mestre em Sensoriamento Remoto, Rua Cristiano Grün, 156 – 804, Lajeado, CEP B 95900-000, e-mail: crempel@fates.tche.br

** Geógrafa, doutora em Geografia, Rua Santo Antônio, 733 – 103, Porto Alegre, CEP – 90220-011.

*** Biólogo, do Centro Universitário – UNIVATES, Rua Avelino Tallini, 171, Bairro Universitário, Lajeado, CEP B 95.900-000, e-mail: ajasper@fates.tche.br

Pesquisas	Botânica	Nº 51	2001	p. 101-112
-----------	----------	-------	------	------------

Resumo

O conhecimento atualizado da cobertura vegetal de bacias hidrográficas é importante para o estudo de processos ecológicos como, por exemplo, deslocamento de espécies ou erosão do solo. Uma forma de estimar esta informação é através de técnicas de Sensoriamento Remoto, especialmente em países em desenvolvimento onde a cobertura vegetal de aerofotogrametria está desatualizada.

A demonstração de que o Sensoriamento Remoto é uma ferramenta para verificação da quantidade de mata nativa existente na Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta, bem como a análise do processo de desmatamento no período de 1985 a 1995 constituem o foco central do presente trabalho. A área a ser pesquisada encontra-se inserida entre as latitudes 29°30' e 28°49'S e as longitudes 52°00' e 52°45'W, no nordeste do estado do Rio Grande do Sul, na Encosta da Serra Geral.

As etapas a serem seguidas para a construção desta análise são:

1ª Etapa: Classificação dos tipos de vegetação e uso do solo em campo.

2ª Etapa: Análise temporal de imagens com classificação digital não supervisionada – Isodata – e supervisionada – Máxima Verossimilhança.

1 – Introdução

Sensoriamento Remoto pode ser definido como a ciência e a técnica de obtenção de dados a respeito de objetos a distância, isto é, sem a necessidade de estar em contato direto com os mesmos (Landgrebe, 1980). Esses objetos de interesse, genericamente designados por “alvos”, são geralmente corpos de água, tipos de vegetação, solos, rochas e outros.

Inicialmente, essa técnica restringiu-se à interpretação visual de fotografias aéreas. Após a segunda Guerra Mundial e com o surgimento da era espacial, na década de 70, os progressos realizados no desenvolvimento de sensores eletrônicos e na disponibilidade de computadores digitais, permitiram que o Sensoriamento Remoto adquirisse uma nova dimensão. A disponibilidade de imagens tomadas simultaneamente, em diversas faixas do espectro eletromagnético e de uma maneira repetitiva aumentou muito a quantidade e a confiabilidade dos dados assim obtidos. Ainda, estando disponíveis em formato digital, as imagens podem ser processadas e classificadas em computadores, segundo algoritmos diversos, criando, assim, novas possibilidades de utilização prática do Sensoriamento Remoto, bem como abrindo novas áreas para pesquisa científica (Centeno, 1991).

Hoje, uma parcela significativa do estudo dos recursos naturais faz uso de imagens de satélite. Mediante o Sensoriamento Remoto, é possível acompanhar fenômenos que se desenvolvem em grandes áreas sobre a superfície da Terra. Um exemplo é o estudo dos efeitos da cobertura vegetal em bacias hidrográficas, nos processos ecológicos e evolutivos (Centeno, 1991).

A deterioração ambiental é decorrente, em parte, da ausência de propostas integradas de planejamento e gerenciamento de sistemas de produção agrí-

cola, em especial, de estudos de avaliação da capacidade de suporte das diversas classes de uso.

O planejamento surge como uma ferramenta opcional na tentativa de minimizar possível desequilíbrio causado pelas políticas e ações adotadas, apoiadas, na maior parte dos casos, em modelos de desenvolvimento em que se considera a maximização do benefício monetário. Assim, o planejamento e gestão dos recursos naturais são setoriais e fragmentários, sem levar em conta sua interação com o ambiente (físico e sócio-econômico), onde o homem não é considerado um componente do ecossistema. Em consequência desta visão mecanicista, o mundo encontra-se hoje em profunda crise, complexa e multidimensional, afetando todos os setores da sociedade.

Desde o início da colonização do Brasil, a ocupação do território realizou-se às expensas da fertilidade e da produtividade natural aparente de áreas florestais, inicialmente, ao longo da região nordeste do país. A partir da década de 50, o país é fortemente marcado pelo desenvolvimento industrial e as degradações ambientais continuaram a ser vistas como normais ou esperadas por parcela considerável da população e por diferentes escalões decisórios da vida nacional (Folha SH. 22).

Resultados negativos do impacto da ocupação antrópica inadequada sobre o meio físico são representados por processos de erosão acelerada dos solos, perda da reserva de seus nutrientes, contaminação físico-química dos recursos hídricos e possíveis modificações estruturais dos sistemas hidrográficos (como, por exemplo, assoreamento, reservatórios e canais fluviais).

Para o monitoramento da dinâmica das bacias hidrográficas, é necessária a utilização de sistemas de alta capacidade para o tratamento de imagens digitais e a análise de informações multitemáticas.

A demonstração de que o Sensoriamento Remoto é uma ferramenta para verificação da quantidade de mata nativa existente na Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta, bem como a análise do processo de desmatamento no período de 1985 a 1995, contribuindo, assim, com o Banco de Dados Ambientais da Região do Vale do Taquari são os objetivos do presente trabalho. A área a ser pesquisada corresponde à Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta e encontra-se inserida entre as latitudes 29°30' e 28°49' S e as longitudes 52°00' e 52°45' W. Situa-se no nordeste do estado do Rio Grande do Sul, abrangendo os municípios: Soledade, Pouso Novo, Marques de Souza, Arroio do Meio, Travesseiro e Lajeado, ocupando uma área aproximada de 2.800 km².

2 – Material e métodos

Os procedimentos para a coleta e análise dos dados baseiam-se em técnicas de Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento e Trabalho de Campo.

As etapas a serem seguidas são:

1ª Etapa: Classificação dos tipos de vegetação e uso do solo em campo. Esta etapa seguirá a metodologia proposta por Jasper & Feldens (1999).

2ª Etapa: Análise temporal de imagens com classificação digital.

Para alcançar os objetivos, realiza-se análise cronológica de duas imagens de satélite LANDSAT Thematic Mapper, bandas 3, 4 e 5 da área da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta, escala 1:100.000. Uma de 04 de maio de 1985, adquirida junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, e outra de 23 de outubro de 1995, cedida pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM. Esta diferença temporal permite uma análise espacial das alterações da cobertura vegetal ocorridas na Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta num período de 10 anos.

Uma vez determinada a área da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta, através da digitalização de seu contorno no programa AUTOCAD, é feita a georreferência das imagens utilizando pontos de referência distribuídos na área mapeada. O posicionamento dos pontos de controle em coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) é determinado em cartas topográficas (DSG).

Posteriormente, é realizada uma classificação automática, não supervisionada, isodata (*cluster*), para identificação, de forma rápida, de aglomerados de *pixels* com características espectrais semelhantes, para facilitar a posterior classificação supervisionada. A classificação Isodata é uma ferramenta de extrema importância, para a identificação de áreas homogêneas para que, na classificação supervisionada, saiba-se de onde retirar as amostras.

Foram escolhidas, para a classificação supervisionada: feições nativas originais (mata decidual e de araucárias e campos de cima da serra); vegetação nativa secundária, em estágio primário de reconstituição (levando em conta que em estágio secundário e terciário de reconstituição, a resposta espectral assemelha-se à vegetação nativa original); floresta artificial; área de plantio; solo exposto e sombra.

Após a classificação das duas imagens, estas são utilizadas para realizar a análise da evolução das classes mencionadas.

O resultado final dessa pesquisa auxiliou na incrementação de dados para o Banco de Dados Regional da Centro Universitário UNIVATES, de Lajeado – RS.

2.1 – A Classificação pelo Método da Máxima Verossimilhança Gaussiana

O problema da classificação de cada *pixel* na cena pode ser abordado do ponto de vista da teoria de decisão estatística, considerando que a reflectância (na forma de número digital) associada a um *pixel* constitui-se em uma variável aleatória. A hipótese de normalidade para *pixels* em uma classe será também assumida no presente estudo. Essa suposição é justificada pelas observações realizadas até hoje, utilizando imagens de cenas naturais, podendo ser entendida como uma consequência do teorema do limite central.

O processo de classificação pelo Método da Verossimilhança Gaussiana é considerado puramente espectral. Uma vez que a classificação do *pixel* depende unicamente do vetor dos níveis de cinza em cada banda, exclusivamente serão explorados atributos espectrais da imagem. Neste caso, não se está considerando a posição relativa do *pixel* na imagem, a provável classificação dos seus vizinhos, ou qualquer outro tipo de informação espacial, temporal ou contextual a respeito do *pixel*. A função discriminante deste processo utiliza a informação somente no espaço multiespectral definido pelas bandas da imagem, como os vetores de médias, as matrizes de covariância e os vetores de estado dos *pixels*.

As imagens de satélite que cobrem a área-alvo são da órbita/ponto 222/80, de 04/05/85 e 23/10/95, do sensor Thematic Mapper do LANDSAT-5, cuja hora aproximada de passagem sobre o local é 9h45min, nas bandas 3, 4 e 5.

Visando aprimorar a análise digital, foi realizada, primeiramente, uma classificação não supervisionada, Isodata.

A classificação das imagens que demonstram a evolução da mata nativa foi feita através do que se pode denominar de classificação computadorizada ou digital da imagem de satélite. Com base em amostras coletadas na tela do visualizador de imagens do equipamento utilizado e confirmadas em observação *in loco* por ocasião do trabalho de campo, ou seja, de observação visual direta na bacia, foi feita uma classificação supervisionada.

2.2 – Aquisição e análise dos dados

Um trabalho de Sensoriamento Remoto aplicado tem uma peculiaridade, no que se refere à aquisição dos dados. Nesse tipo de trabalho, existem dois tipos de dados: os de Sensoriamento Remoto, adquiridos por intermédio de sensores, e os dados atinentes à ciência ou à técnica à qual o Sensoriamento Remoto está sendo aplicado, ou seja, dados adquiridos através dos produtos do Sensoriamento Remoto e de outras fontes, além dos dados ambientais, adquiridos e analisados em campo.

No caso desta pesquisa, que é um trabalho de Sensoriamento Remoto aplicado à Biologia, os dados adquiridos através dos produtos do Sensoriamento Remoto e das outras fontes foram denominados dados biológicos e tem o objetivo de servir de roteiro e metodologia para biólogos utilizarem mais esta ferramenta para análise ambiental.

2.2.1 – Dados de sensoriamento remoto

A presente pesquisa não tem por objeto de trabalho a coleta ou aquisição de dados de Sensoriamento Remoto, mas a interpretação e a análise destes dados. Entretanto, na intenção de tornar mais clara ainda a proposta de trabalho, é mister esclarecer que nesta foram empregados, do Sensoriamento Remoto, dados adquiridos através de sistemas formadores de imagens. Imagens estas geradas por sensores do tipo em que todos os *pixels* são adquiridos simultaneamente que, neste caso, são as imagens de satélite do sensor TM do LANDSAT-5.

Quanto à análise dos dados de Sensoriamento Remoto, foram empregadas as duas metodologias possíveis: a análise visual e a análise digital, através das quais foram classificadas as imagens selecionadas. As abordagens adotadas foram a qualitativa, para a análise visual, e a quantitativa, para a análise digital.

A análise visual das imagens de satélite permitiu traçar planos de rotas para saídas a campo. Já a análise digital constituiu-se de uma classificação não-supervisionada, pelo método Isodata, e supervisionada, pelo método da máxima verossimilhança e uma classificação.

2.2.2 – Dados biológicos

Os dados biológicos analisados na presente pesquisa podem ser agrupados em duas categorias, uma composta por aqueles adquiridos através dos produtos do Sensoriamento Remoto e outra, pelos dados adquiridos em campo.

A classificação das classes de vegetação e uso do solo, em campo e na classificação supervisionada, na área da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta seguiu a metodologia proposta por Jasper & Feldens (1999), embora adaptada para a realidade da área em questão.

Os tipos de vegetação escolhidos para a classificação das áreas são:

1. Floresta Ombrófila Mista (FOM) – Mata de Araucária
2. Floresta Ombrófila Mista (FOM) – Campos de Cima da Serra
3. Floresta Estacional Decidual (FED) – Nativa Original
4. Floresta Estacional Decidual (FED) – Estágio Secundário em nível primário de reconstituição
5. Mata artificial (tipo de mata plantada para fins comerciais ou energéticos, como mata de Pinus, Eucalipto e Acácia)
6. Área de plantio
7. Solo exposto

Para que se pudesse chegar a uma representatividade de dados significativa, realizaram-se levantamentos da flora do local, considerando a vegetação nativa e exótica. Para o levantamento da flora foram realizadas atividades de campo com processos de amostragem por quadrante (no caso da vegetação exótica) e por transecto linear (no caso da vegetação nativa). As classes objeto de estudo são marcadas através do GPS (Global Position System), em saídas a campo.

2.2.3 – Análise temporal de imagens com classificação digital

Para alcançar os objetivos, realizou-se análise cronológica de duas imagens de satélite LANDSAT Thematic Mapper, bandas 3, 4 e 5 da região da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta, escala 1:100.000 – uma de 1985 (figura 1) e outra de 1995 (figura 2), com 0,2% de *stretch*. Esta diferença temporal permite uma análise espacial das alterações da cobertura vegetal ocorridas na Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta num período de 10 anos.



Figura 1 – Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta, Imagem LANDSAT TM5 de 04/05/85, composição colorida 345, ângulo de elevação solar de 31°.



Figura 2 – Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta, Imagem LANDSAT TM5 de 23/10/95 (cedida pela FEPAM), composição colorida 345, ângulo de elevação solar de 46°, azimute 74.

Com base na análise dos histogramas das imagens, foi estipulado um número de 9 classes para a classificação não supervisionada da imagem de 1985 (figura 3), e 8 classes, para a imagem de 1995 (figura 4).

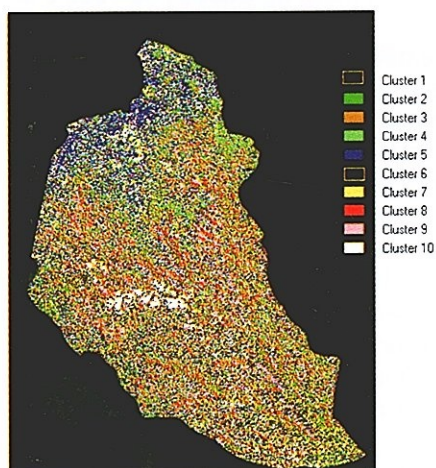


Figura 3 – Imagem de 1985, classificada pelo método Isodata.

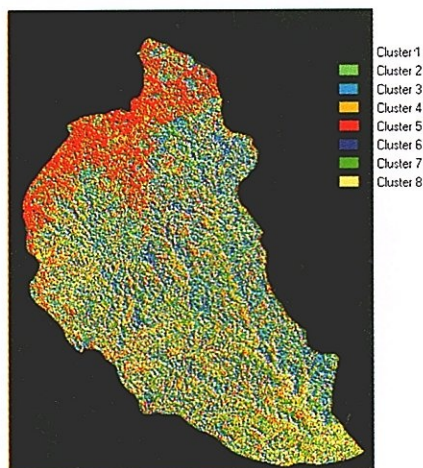


Figura 4 – Imagem de 1995, classificada pelo método Isodata.

A classificação supervisionada, através da Máxima Verossimilhança Gaussiana, baseada nas classes obtidas na classificação não supervisionada e com dados obtidos em campo, foi feita também com um número de 9 classes para a imagem de 1985 (figura 5), e com 8 classes, para a imagem de 1995 (figura 6).

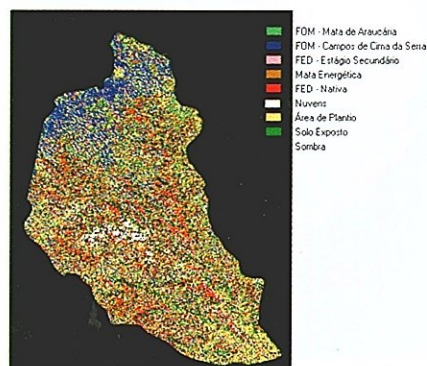


Figura 5 – Imagem de 1985, classificada pelo Método da Máxima Verossimilhança Gaussiana.

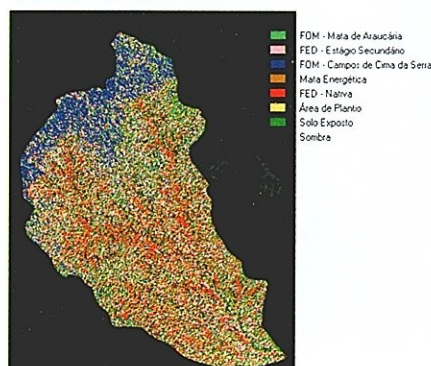


Figura 6 – Imagem de 1995, classificada pelo Método da Máxima Verossimilhança Gaussiana.

3 – Resultados

A diferença entre o número de classes utilizadas nas classificações e o número de classes observadas em campo deve-se a alguns fatores, tais como:

- Na imagem de 1985, aparece uma classe que não está presente na imagem de 1995 – as nuvens. Portanto, o número de classes de 1985 é superior ao de 1995;
- Na classificação Isodata, a área externa à bacia também é contada como uma classe, ou *cluster*, portanto, o número de classes na classificação não supervisionada é superior à classificação supervisionada;
- Para a classificação supervisionada ser coerente com a realidade de campo e pelas características fisionômicas peculiares da região estudada, seria interessante a digitalização das curvas de níveis para que se pudesse estabelecer o modelo numérico do terreno e assim minimizar o efeito da sombra na classificação. Porém, para efeitos de verificação da possibilidade de utilização do Sensoriamento Remoto como ferramenta para análise ambiental, e considerando que a digitalização das curvas de níveis, numa escala de 1:50.000 seria muito demorada, optou-se pela realização de uma classificação menos acurada, atribuindo-se à classificação a classe – “sombra”.
- Com base na análise dos histogramas das imagens pode-se constatar que o número de classes observadas é o mesmo que o comprovado em

campo. As imagens produzidas pelos dois classificadores são semelhantes, ou melhor, demonstram áreas homogêneas.

A análise das áreas obtidas nas classificações não supervisionada e supervisionada permite concluir que o número de classes escolhido é coerente, devido à semelhança entre os valores observados, conforme pode ser comprovado nas tabelas 1 e 2 abaixo.

Tabela 1 – Área (em km²) obtida para as classes nas classificações pelos métodos Isodata e Máxima Verossimilhança Gaussiana – MaxVer da imagem de 1985

ISODATA IMAGEM DE 1985		MAXVER IMAGEM DE 1985	
CLUSTER	ÁREA (km ²)	CLASSE	ÁREA (km ²)
1	3.501,73	Área externa	3.501,73
2	380,10	FOM – Mata de Araucária	623,07
3	348,67	FOM – Campos de Cima de Serra	340,45
4	404,27	FED – Nativa	537,08
5	373,98	FED – Estágio Secundário	260,63
6	193,53	Mata Artificial	56,73
7	275,57	Nuvens	39,08
8	353,98	Área de Plantio	730,00
9	273,79	Solo Exposto	65,75
10	194,37	Sombra	145,46

Tabela 2 – Área (em km²) obtida para as classes nas classificações pelos métodos Isodata e Máxima Verossimilhança Gaussiana – MaxVer da imagem de 1995

ISODATA IMAGEM DE 1995		MAXVER IMAGEM DE 1995	
CLUSTER	ÁREA (km ²)	CLASSE	ÁREA (km ²)
1	3.455,56,	Área externa	3.455,56
2	480,01	FOM – Mata de Araucária	467,88
3	401,26	FOM – Campos de Cima de Serra	300,99
4	349,88	FED – Nativa	474,26
5	371,20	FED – Estágio Secundário	764,44
6	344,25	Mata Artificial	152,73
7	325,71	Área de Plantio	231,06
8	317,06	Solo Exposto	356,92
9	255,06	Sombra	96,14

A comparação das áreas obtidas para as classes na imagem de 1985 com as áreas obtidas para as mesmas classes na imagem de 1995 (tabela 3), permite inferir as observações que seguem.

Tabela 3 – Comparação entre as áreas obtidas para as classes determinadas nas imagens de 1985 e 1995

ISODATA IMAGEM DE 1985		MAXVER IMAGEM DE 1995		% DE VARIAÇÃO (85/95)
CLASSE	ÁREA (km ²)	CLASSE	ÁREA (km ²)	
Área externa	3.501,73	Área externa	3.455,56	...
FOM – Mata de Araucária	623,07	FOM – Mata de Araucária	467,88	-24,97
FOM – Campos de Cima de Serra	340,45	FOM – Campos de Cima de Serra	300,99	-11,59
FED – Nativa	537,08	FED – Nativa	474,26	-11,69
FED – Estágio Secundário	260,63	FED – Estágio Secundário	764,44	193,30
Mata Artificial	56,73	Mata Artificial	152,73	169,22
Nuvens	39,08			...
Área de Plantio	730,00	Área de Plantio	231,06	-68,35
Solo Exposto	65,75	Solo Exposto	356,92	442,84
Sombra	145,46	Sombra	96,14	-33,91

Fazendo uma análise numérica comparativa entre as imagens de 1985 e 1995 (tabela 4), pode-se concluir que houve uma variação de 891 km² na cobertura vegetal.

Tabela 4 – Classes que aumentaram e diminuíram nas imagens de 1985 e 1995

AUMENTARAM	ÁREA (km ²)	DIMINUÍRAM	ÁREA (km ²)
FED – Estágio Secundário	503,84	FOM – Mata de Araucária	155,19
Floresta Artificial	96,00	FOM – Campos de Cima da Serra	39,46
Solo Exposto	291,17	FED – Nativa	101,90
		Área de Plantio	498,94
		Sombra	95,47
TOTAL	891,00	TOTAL	891,00

4 – Discussão

Os dados obtidos e discriminados acima permitem inferir os seguintes comentários:

- A área de Floresta Ombrófila Mista – Mata de Araucária – diminuiu, como diminuiu em todo o Estado, devido, provavelmente, à intensa ação antrópica, que iniciou em 1874, quando se intensificou a colonização desta área, o que perdura até os dias de hoje.
- Quanto à Floresta Ombrófila Mista – Campos de Cima da Serra – a imagem de 1985 é de maio, época em que as *Gramineae* apresentam-se mais desenvolvidas, se comparadas com seu estágio de desenvolvimento no mês de outubro, data da imagem de 1995. Com base nestes

dados, acredita-se ser este o motivo da diminuição de cerca de 40km² na imagem de 1995 em relação à imagem de 1985.

- c) A Floresta Estacional Decidual – nativa – também diminuiu. O principal motivo da diminuição de 11,7% dessa classe deve-se ao desmatamento progressivo para plantio e extração de madeira, fato este que se pode contrastar com o aumento da floresta estacional em estágio primário (que surge principalmente em locais de plantio abandonado) e de solo exposto (que está sendo preparado para o plantio).
- d) Em contraponto, a Floresta Estacional Decidual – Estágio Secundário – praticamente triplicou (193%). Fato este provavelmente relacionado ao abandono progressivo dos trabalhadores rurais, rumo à procura de melhores oportunidades em grandes centros comerciais e industriais.
- e) A diminuição da região de plantio, devido ao abandono do campo intensificado no final da década de 80, contribui, também, para o aumento da Floresta Estacional Decidual – Estágio Secundário.
- f) A floresta artificial apresentou considerável incremento. Acredita-se que a área atual (em 2000) é ainda maior, dado este observado em campo, considerando que, em várias áreas onde hoje comprovou-se existir floresta artificial, em 1995, havia solo exposto, enquanto que, em 1985, ainda estava coberta por mata nativa. Constatou-se, em campo, que o plantio de eucalipto é sensivelmente maior do que o de pinus e que o plantio de acácia praticamente inexistiu.
- g) O solo exposto ficou 6,5 vezes maior devido, primeiramente, à época da imagem (outubro de 1995) ser o período de preparo da terra para o plantio, deixando o solo descoberto. Além disso, a constatação feita no item “f” contribui para a explicação relativa ao aumento do solo exposto de 1985 para 1995.
- h) Quanto à região de sombra, a diminuição de cerca de 20% pode-se atribuir, primeiramente, devido à elevação solar, considerando que na imagem de 1995, o ângulo de elevação solar é de 46° enquanto que em 1985, o ângulo de elevação solar é de 31°. Conseqüentemente, a imagem de 1995 é bem mais “suave” do que a de 1985, uma vez que a sombra aumenta na mesma proporção em que o ângulo de elevação solar diminui. Parte da diminuição também pode-se atribuir à substituição progressiva da mata nativa original por capoeirões ou região de plantio, o que, digitalmente, diminui o contraste, considerando que a mata original possui vários dosséis e que eliminando-se este fator, a sombra também diminui.
- i) Na área coberta por nuvens, na imagem de 1985, pode-se observar, através da comparação com a imagem de 1995, que há Floresta Estacional Decidual – nativa e em Estágio Secundário. Portanto, acrescidas estas classes à área correspondente, a análise geral não varia.

Os dados aqui apresentados comprovam que, através de técnicas de Sensoriamento Remoto, o levantamento ambiental é eficaz e pode ser utilizado para comparação da situação do meio ao longo dos anos.

Na área de estudo, o avanço de culturas antrópicas não foge à regra em todo o Estado. Trabalho recente realizado pela Universidade Federal de Santa Maria, solicitado pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado do RS, através do Departamento de Florestas e Áreas Protegidas, também constatou que a cobertura vegetal nativa tem aumentado no Rio Grande do Sul, principalmente, por causa da migração de pequenos agricultores do campo para a cidade, à procura de melhores oportunidades.

Na mesma medida que a floresta está se reconstituindo, grande parte vem sendo retirada, ou para fim comercial, ou mesmo para plantio de mata artificial.

Bibliografia citada

- CENTENO, J. A. S. 1991. *Exploração de Atributos de Contexto em Imagens Digitais no Estudo da Cobertura Vegetal em Bacias Hidrográficas*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- FOLHA SH. 22 Porto Alegre e Parte das Folhas SH 21, Uruguaiana e SI 22: Ecologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso potencial da Terra. Rio de Janeiro, IBGE, 1986. P. 541-632 (Levantamento de Recursos Naturais, 33)
- JASPER, A. & FELDEN, L. 1999. *Levantamento Fitossociológico de Linha Araçá – município de Progresso – RS – propriedade de Sr. Hans Wilhelm Cremer*. Lajeado, UNIVATES (Projeto de Pesquisa)
- LANDGREBE, D. A. 1980. *The Development of a Spectral-Spatial Classifier for Earth Observational Data*. Pattern Recognition, vol 12, p. 165-175.