

Macrozoneamento do Estado do Rio Grande do Sul

LAURINDO ANTONIO GUASSELLI, DEJANIRA LUDERITZ SALDANHA,
DIRCE MARIA ANTUNES SUERTEGARAY, JORGE RICARDO DUCATI
& DENISE CYBIS FONTANA

Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia - CEP SRM
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS - Brazil

(Recebido em 06/05. Aceito para publicação em 05/06)

Abstract- Earth imaging technologies using orbital platforms have allowed new approaches in the analyses, compartmentalization, and territorial visualization. These cartographic informations have many applications in agricultural, urban and environmental monitoring. In the case of vast geographic regions, such as Brazil, one expects that the many products obtained from imaging technology will be used to reduce costs and to provide a better understanding of the territory. The cross-analysis of the products from various imaging systems of different characteristics (e.g. pixel size, band, and data) allows the improvement of current maps as well as more complex analyses. The macrozoning of the state Rio Grande do Sul was accomplished by integrating orbital data of different characteristics and other cartographic products. The following sources supplied data on Rio Grande do Sul: 1) Landsat TM mosaic; 2) temporal NDVI/NOAA combination; 3) geomorphologic map; and 4) altimetric map. The cross-analysis of the data allow us to gather in a single map information from distinct cartographic sources, which better represent the diversity of the thematic classes in relation to the usage patterns of soil and plant life in the state of Rio Grande do Sul.

Keywords- macrozones, remote sensing, digital image.

INTRODUÇÃO

As tecnologias de imageamento da Terra a partir de plataformas orbitais têm permitido novas formas de análise, compartimentação e visualização territorial como, por exemplo, as imagens da série Landsat. Estas, pela enorme quantidade de dados, geram resultados e produtos de ampla utilização. São, portanto, informações cartográficas com aplicações no monitoramento agrícola, urbano e ambiental. Em se tratando de amplos espaços geográficos, como no caso o Brasil, é de se esperar que os diversos produtos provenientes de imageamento sejam amplamente utilizados de forma a minimizar custos na busca do entendimento de sua territorialidade. O cruzamento de produtos de diferentes sistemas imageadores com distintas características (pixel de diversos tamanhos, diferentes regiões espectrais registradas como imagens e distintos intervalos de tempo de aquisição de dados) permite o aprimoramento de mapas já existentes tornando-os mais complexos em sua análise.

Os resultados apresentados neste trabalho são provenientes de um projeto do CEP SRM /UFRGS (Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul) financiado pela

FAPERGS (Fundação de Amparo a Pesquisa do Rio Grande do Sul), cujo objetivo foi a elaboração de um mosaico do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, composto de imagens Landsat, sensor TM.

A visão sinóptica do estado, obtida a partir da elaboração deste mosaico, permitiu o estabelecimento de tendências de uso do solo e cobertura vegetal. O aprimoramento desta percepção de padrões de uso do solo e cobertura vegetal foi obtido através da temporalidade fornecida pela análise de imagens NOAA, resultando, este processo, no Macrozoneamento aqui proposto.

PROCEDIMENTOS PARA A ELABORAÇÃO DO MACROZONEAMENTO

Com base na integração de dados orbitais de características diferenciadas e outros produtos cartográficos foi elaborado o Macrozoneamento do Estado do Rio Grande do Sul. Para tanto, toma-se como fontes de informações as seguintes bases cartográficas: 1) mosaico de imagens Landsat TM; 2) combinação temporal de imagens de NDVI a partir de imagens do satélite NOAA; 3) mapa geomorfológico do RS e; 4) mapa altimétrico do RS. Por meio de cruzamentos buscou-se incorporar em um único mapa as informações provenientes dessas

fontes cartográficas e que melhor representassem a diversidade de classes temáticas com relação aos padrões de uso do solo e cobertura vegetal no território do Rio Grande do Sul.

Para o desenvolvimento desta metodologia as informações básicas foram processadas da seguinte forma:

Mapa Geomorfológico do Estado do Rio Grande do Sul

O Macrozoneamento teve como critério básico para a divisão em macrozonas, as unidades da compartimentação do mapa geomorfológico do RS, escala de 1:1.000.000 do RADAM/BRASIL (IBGE, 1986), acrescido de uma unidade denominada de Cuesta do Haedo (Muller, 1970). O Mapa Geomorfológico ficou então constituído de cinco compartimentos geomorfológicos: Planalto Meridional, Depressão Central, Escudo Sul-rio-grandense, Planície Costeira e Cuesta do Haedo (Fig. 1a).

A partir desses compartimentos, o seu detalhamento foi elaborado utilizando cruzamentos de dados cartográficos, como o mapa altimétrico, o mosaico de imagens Landsat TM e a composição temporal de imagens NOAA. Esses cruzamentos foram elaborados no sentido de se buscar informações espaciais de regiões que, pertencendo a uma mesma classe de relevo, adquiriam ao longo do tempo, variados índices de biomassa decorrentes da variação de uso do solo e cobertura vegetal.

Mapa Altimétrico do Estado do Rio Grande do Sul

Com a intenção de melhor detalhar a relação existente entre as classes de uso do solo e cobertura vegetal com as variações altimétricas em um mesmo compartimento geomorfológico, foi utilizado o mapa altimétrico, escala de 1:750.000, da Secretaria da Agricultura e Abastecimento/RS (1966), que representa intervalos hipsométricos a cada 100 metros (Fig. 1b). Este mapa salienta as rupturas existentes no relevo do estado, o que facilita na definição dos diferentes padrões de uso do solo e cobertura vegetal.

Mosaico do Estado do Rio Grande do Sul

Para a elaboração do mosaico foram adquiridas 22 cenas do sensor Landsat TM, em to-

das as bandas espectrais (1, 2 e 3 do espectro visível e 4, 5 e 7 da região do infravermelho), sendo este o número de cenas necessário para proporcionar a cobertura integral do estado.

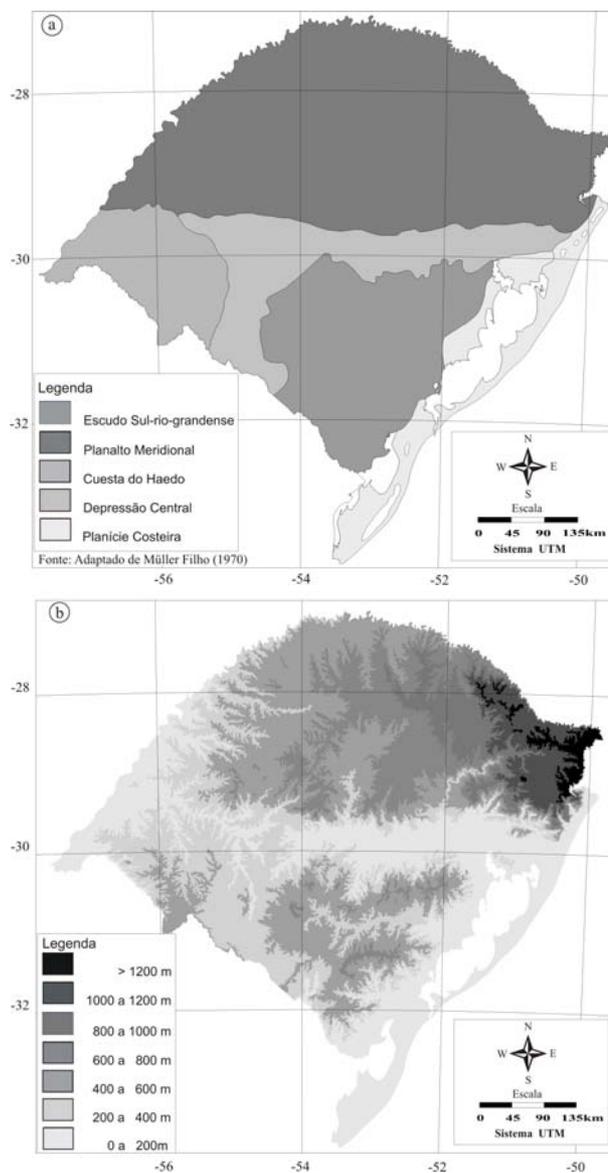


Figura 1 – Mapeamento Geomorfológico (a) e Mapeamento Altimétrico (b) do Estado do Rio Grande do Sul.

A seleção das imagens obedeceu a duas condições: ausência de nuvens e imagens de verão. A razão desta última condição foi fornecer dados territoriais homogêneos (com datas coincidentes com o verão de 1999/2000) e mostrar a cobertura agrícola em seu máximo em extensão e valores de biomassa no período de verão. A maioria das imagens utilizadas foi do período entre janeiro e fevereiro de 2000, meses que caracterizam o pico da atividade agrícola do Estado.

O georreferenciamento das imagens Landsat TM foi feito a partir de pontos localizados nas cartas

topográficas, e identificados como feições correspondentes nas imagens orbitais. Para cada imagem foram localizados entre cinquenta (50) e cem (100) pares de latitude/longitude, ou o seu equivalente em coordenadas UTM. Em geral, a precisão da localização de pontos terrestres, expressa nas imagens em coordenadas tanto em UTM como em geográficas, é de aproximadamente dois pixels, ou seja, em torno de sessenta metros. Essa precisão foi adotada tendo em vista que o mosaico foi elaborado na escala de 1:1.000.000.

No processo de junção das imagens para a composição da carta-imagem, têm-se problemas de diferenças de respostas (tonalidade / textura) entre imagens vizinhas. A variação de parâmetros do sensor e dos alvos do ambiente (umidade do solo, estado da vegetação e a transparência atmosférica) faz variar as respostas medidas em cada banda espectral, expressas em níveis de cinza. O sistema Landsat possui percursos orbitais vizinhos separados por intervalos de oito dias, e a simples colagem de duas imagens vizinhas, em consequência, mostrará as diferenças espectrais derivadas destas características na data dos imageamentos. Esta variação pode ser verificada nos histogramas das intensidades dos níveis de cinza, que são característicos de cada imagem. Através de um trabalho de investigação, foi possível compatibilizar os histogramas de imagens vizinhas, banda a banda, o que levou à finalização homogênea do mosaico.

A junção das imagens foi efetuada após uma reamostragem dos pixels o que levou a resolução espacial a ter o valor de 240 metros, no lugar dos 30 metros das imagens georeferenciadas originais.

O mosaico de imagens do satélite Landsat TM, composição colorida falsa cor, foi elaborado nas bandas 3B, 4G e 5R. Essa composição representa o melhor contraste espectral para a diferenciação dos principais “alvos” – vegetação, solo e água. A escala final escolhida para a produção do Mosaico impresso foi de 1: 1.000.000.

Composição mensal de imagens NOAA/AVHRR

O monitoramento da variação da biomassa regional foi feito usando imagens do satélite NOAA-14, sensor AVHRR, passagem da tarde, obtidas pela estação de recepção de imagens NOAA pertencente ao CEPARM/UFRGS.

As imagens NOAA/AVHRR foram adquiridas no formato HRPT (*high resolution picture transmission*) e, posteriormente, corrigidas para a distorção panorâmica, para radiância nas bandas 1 e

2 e para ângulo de incidência solar. Estas transformações são necessárias devido ao tipo de imagens NOAA, onde a faixa de varredura (diferentes ângulos de visada) e a curvatura da Terra introduzem distorções importantes nas mesmas.

A partir dessas imagens NOAA, também do período do verão 1999/2000, foram elaboradas imagens de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), por representar a maior amplitude de variação de biomassa verde.

Os índices de vegetação têm sido muito utilizados em estudos que envolvem biomassa, sendo seu principal objetivo o realce da vegetação em detrimento de outros alvos, como água e solo. Esses índices são bons indicadores da presença e condição da vegetação. São baseados em combinações lineares razões, o que reduz, portanto, o volume de informações.

São diversos os índices de vegetação propostos na literatura, o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), proposto por Rouse *et al.* (1973), é aquele que tem sido mais amplamente utilizado.

O NDVI é dado por:

$$NDVI = \left(\frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V} \right)$$

onde ρ_{IV} e ρ_V representam as radiâncias no infravermelho e visível, respectivamente.

Neste trabalho, o NDVI foi determinado, usando a banda 1 (visível) e a banda 2 (infravermelho próximo), para todos os dias do período de imagens disponíveis. As imagens foram padronizadas para um intervalo que oscilou de -1,0 a +1,0. Em presença de vegetação, o NDVI assume valores entre 0,1 e 0,6, visto que a radiância da vegetação no infravermelho é muito superior à radiância no visível. Altos valores são associados com altas densidades de vegetação sadia.

A partir das imagens diárias, foram geradas imagens de composição mensal para os meses de novembro e dezembro de 1999 e fevereiro de 2000, na qual cada *pixel*, geograficamente registrado, corresponde ao maior NDVI observado ao longo de trinta dias consecutivos. Essa combinação temporal das imagens NOAA/AVHRR teve como objetivo reduzir a interferência da atmosfera no valor da reflectância do pixel. A utilização do maior NDVI por *pixel* representa, teoricamente, obter a máxima condição da vegetação, reduzindo o número de *pixels* contaminados por nuvens e efeitos das diferentes condições atmosféricas associadas aos diferentes ângulos de visada. A premissa é que qualquer interferência atmosférica (cristais de gelo, vapor

d'água, aerossóis, ângulo solar e ângulo de visada) diminua o valor do NDVI.

Como produto final foi gerada uma imagem, na escala de 1: 1.000.000, composição colorida multitemporal, onde cada banda constitui-se do máximo NDVI mensal utilizando as imagens de composição mensal de dezembro de 1999 (vermelho), novembro de 1999 (verde) e fevereiro de 2000 (azul) (Fig. 4). Esses meses representam o período de grande variação de uso e cobertura do solo já que no mês de novembro grande parte das áreas agrícolas está com solo descoberto em preparo para o plantio e no mês de fevereiro estão com seu máximo de biomassa, devido ao seu estágio fenológico.

Leitura das imagens de satélite

Leitura do mosaico das imagens Landsat TM

A análise deste mosaico de imagens em composição colorida, (Fig. 2a), possibilita fazer a seguinte interpretação sobre o uso do solo e cobertura vegetal:

A) AGRÍCOLA

A predominância e a extensão em área de cultivos de verão (milho, soja, arroz e outros) no Estado são fatores de impacto na variação temporal do uso do solo e cobertura vegetal. Essas áreas agrícolas aparecem com dois padrões predominantes. Na região noroeste e norte do Estado as grandes áreas de lavoura de milho e soja aparecem em verde claro. Já na metade sul do Estado a área que vai da fronteira oeste, contornando o Escudo Sul-rio-grandense e se estendendo até a Planície Costeira, é ocupada pelo cultivo do arroz (Guasselli, 2003). Este cultivo, além do padrão espectral característico, na composição colorida aparece em verde escuro, também pode ser individualizado de outros padrões pela grande quantidade de açudes (pequenas áreas em azul escuro) a ele associado e pela forma geométrica das áreas de cultivo.

B) FLORESTAS

As áreas de florestas (formação arbórea densa de grande porte com estratos superpostos) no Estado ocorrem predominantemente na região nordeste na unidade geomorfológica do Planalto Meridional e aparecem em geral na cor verde escuro. Essas áreas se diferenciam por um padrão de textura mais rugosa, devido a forte variação do relevo e ao ângulo de incidência solar. Já na região do Escudo Sul-rio-grandense as florestas são mais

esparsas, e encontram-se entremeadas por áreas de campos e matas galerias.

C) CAMPOS

As áreas de campos, no Estado, aparecem com duas respostas predominantes. Os campos do Planalto Meridional, localizados no nordeste do Estado, aparecem em verde claro rodeados por grandes áreas de florestas (Junges, 2004). Já os campos localizados em toda região sudoeste e sul, aparecem ora em tons avermelhados devido à influência da resposta do substrato arenoso (na Cuesta do Haedo e Depressão Central) e em tons de verde claro (no Escudo Sul-rio-grandense). Os campos da região sul, principalmente em função da reduzida biomassa nos períodos de verão, evidenciam mais a característica de seu substrato.

D) CORPOS D'ÁGUA

Os corpos d'água, nesta composição colorida, aparecem em azul escuro, e correspondem predominantemente as grandes lagoas e lagunas da Planície Costeira, e em menor escala a açudes associados aos cultivos de verão.

Leitura da composição temporal das imagens NOAA

A análise das imagens de máximo NDVI obtidas a partir das imagens NOAA possibilita fazer a seguinte interpretação quanto à cobertura vegetal:

A) AGRÍCOLA: cor em tons azulados

- 1) NDVI em novembro (R) é baixo. Resulta da baixa densidade de biomassa em função do período de implantação das culturas de primavera-verão;
- 2) NDVI em dezembro (G) é baixo. Resulta da média densidade de biomassa função da implantação das culturas e do período de estabelecimento e início do crescimento vegetativo;
- 3) NDVI em fevereiro (B) é alto. Resulta da alta densidade de biomassa função do período de máximo crescimento das plantas;

B) FLORESTAS: cor branca na imagem

- 1) NDVI em novembro (R) é alto e constante;
- 2) NDVI em dezembro (G) é alto e constante;
- 3) NDVI em fevereiro (B) é alto e constante;

C) CAMPOS: cor em tons avermelhados

- 1) NDVI em novembro é alto (R). Resulta da alta densidade relativa de biomassa em função da alta disponibilidade de água no solo armazenada durante o inverno e a maior radiação e temperatura na primavera;
- 2) NDVI em dezembro é baixo (G). Resulta da

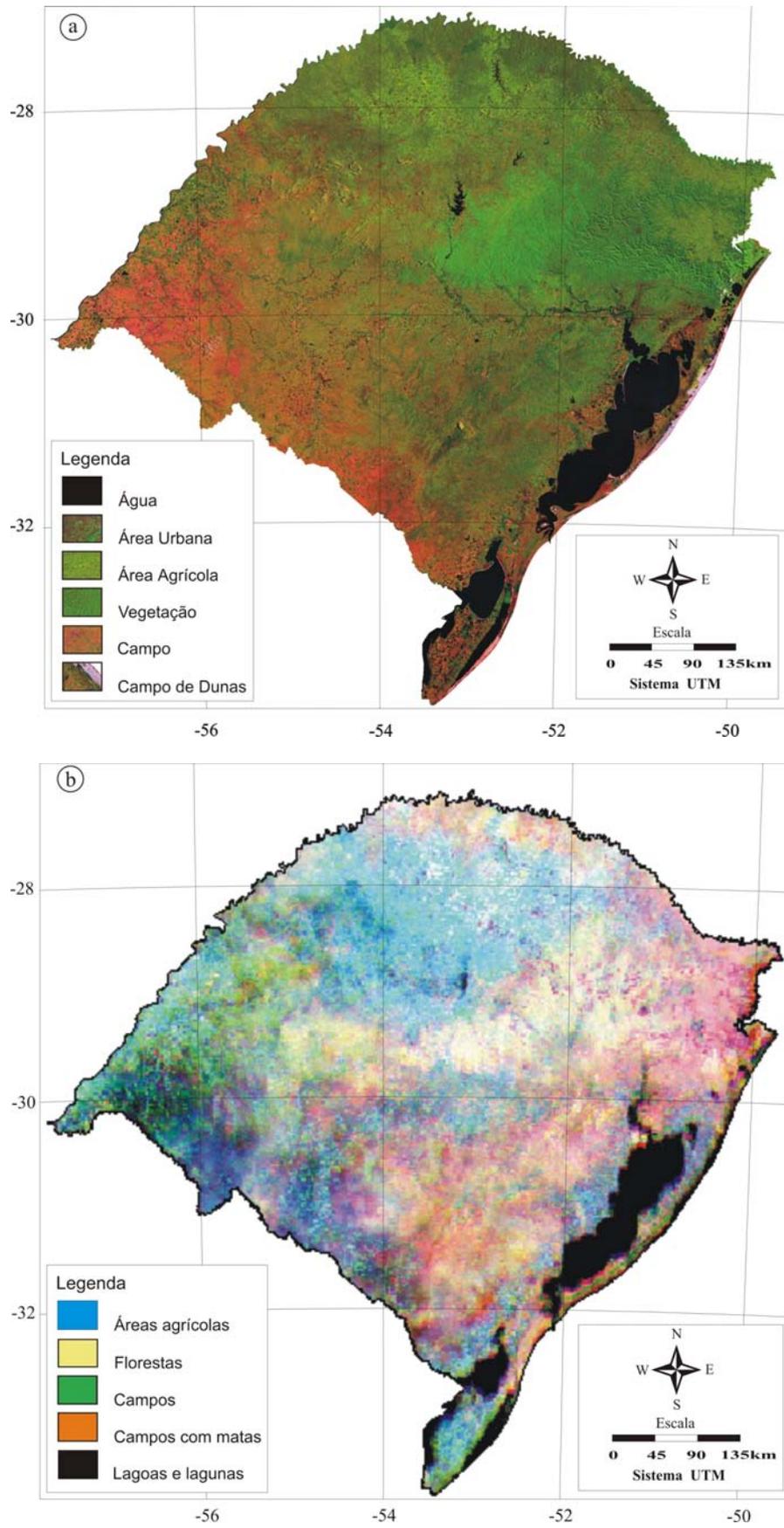


Figura 2 – Imagens (a) Mosaico Landsat e (b) Composição temporal NOAA do Estado do Rio Grande do Sul.

baixa densidade de biomassa em função da baixa disponibilidade de água no solo no início do verão;

- 3) NDVI em fevereiro é baixo (B). Resulta da baixa densidade de biomassa função da baixa disponibilidade de água no solo durante o verão.

A informação contida na imagem em composição colorida (Fig.2b) representa a variação de cada uma das coberturas do solo ao longo dos três meses analisados. Essa variação mensal de NDVI é o elemento principal na diferenciação entre os padrões dessa cobertura vegetal. Como exemplo, no caso das áreas agrícolas a variação do NDVI é alta, pois na imagem de novembro, quando essas áreas encontram-se como solo exposto, o NDVI é baixo e no mês de fevereiro, a biomassa dessas áreas está em seu máximo, apresentando o NDVI alto. Para as áreas de floresta nesses três períodos o NDVI médio é praticamente constante, demonstrando por sua tonalidade esbranquiçada na imagem.

É essa variação de NDVI, que permitiu a individualização das áreas com diferentes padrões de uso e cobertura do solo, ou seja, esse mapa representa a variabilidade temporal de NDVI e, conseqüentemente, as diferenças comparativas de cada classe de uso e cobertura do solo.

Macrozoneamento do Estado do Rio Grande do Sul

O mapa do Macrozoneamento do Estado produzido neste trabalho constitui-se em uma síntese das informações relativas à compartimentação do relevo, da cobertura vegetal e do uso do solo, apresentando-se como uma proposta de zoneamento do Estado.

A espacialização dos temas apresentados no Macrozoneamento está de acordo com os limites das cinco províncias geomorfológicas, Cuesta do Haedo; Planalto Meridional; Escudo Sul-riograndense; Depressão Central e Planície Costeira. O seu detalhamento inclui as relações das diferentes formas de relevo com as variações altimétricas e do uso do solo e cobertura vegetal (Guasselli, 2001).

Este cenário representado no Macrozoneamento é composto por cinco unidades que foram subdivididas, resultando num total de dezessete macrozonas diferenciadas com base em 09 classes de uso do solo e cobertura vegetal. O mapa temático foi produzido na escala de 1: 1.000.000 (Fig. 3).

A **unidade da Cuesta do Haedo** com variação altimétrica de 80 a 360 metros é caracteri-

zada como uma área de relevo homoclinal, dissimétrico com front voltado para leste e cujo reverso suave cai em direção ao Uruguai. É de expressão dominante no sudoeste do Rio Grande do Sul. Originalmente, esta área é individualizada por uma cobertura vegetal de pradarias mistas (Ab'Saber, 1970). Esta estrutura possibilita a instalação de diferentes coberturas de uso do solo que podem ser compartimentadas nas seguintes classes:

- Campos Limpos - tapetes herbáceos baixos e densos (IBGE, 1977);
- Campos Sujos - campos subarbustivos constituído de gramíneas e ciperáceas (IBGE, 1977); e
- Agrícola 1 - orizicultura.

A **unidade Planalto Meridional** com variação altimétrica de 700 a 1389 m, é formada por um pacote de rochas vulcânicas básicas que variam para rochas vulcânicas ácidas no topo, e é caracterizada por uma superfície ondulada. As maiores altitudes estão localizadas a leste, com escarpas abruptas esculpidas por processos erosivos que dominam esta porção. Na direção oeste, a escarpa erosiva torna-se gradativamente mais rebaixada gerando uma feição monoclinial.

Esta estrutura possibilita a instalação de diferentes coberturas que podem ser compartimentadas nas seguintes classes:

- Florestas - formação arbórea densa de grande porte com estratos superpostos;
- Campos - tapetes herbáceos baixos e densos (IBGE, 1977);
- Campos Sujos - campos subarbustivos de gramíneas e ciperáceas (IBGE, 1977);
- Agrícola 1 - predominância de arroz;
- Agrícola 2 - predominância do cultivo de soja e milho no verão e trigo no inverno.

A **unidade Escudo Sul-riograndense** se caracteriza por altitudes que variam entre 200 e 600 metros corresponde à região de ocorrência das rochas Pré-Cambrianas, altamente falhadas e dobradas em função de suas características estruturais. Constitui-se na estrutura geológica mais antiga do Estado, alternando-se áreas com intenso processo de dissecação e uma heterogeneidade de relevos bem característicos, marcados por afloramentos rochosos e áreas de deposição, mais rebaixadas e com relevo mais aplainado. Esses processos de dissecação e de deposição permitem individualizar duas classes:

- Campos Sujos associados a áreas de florestas, especialmente as matas-galeria, e áreas de pequenas lavouras de subsistência;
- Campos Mistos que ocorrem predominantemente nas áreas rebaixadas com relevo plano

ondulado, e se caracteriza por campos herbáceos e subarbustivos com ocorrências de matas-galeria.

A **Unidade Depressão Central** se caracteriza pelas áreas de baixas altitudes de 100 a 300 metros, em comparação com as unidades de relevo do seu entorno como o Planalto Meridional, a Cuesta do Haedo e o Escudo Sul-rio-grandense. Esta unidade é representada pelos sedimentos Mesozóicos da Bacia do Paraná e expressam o processo de circundesnudação periférica desta bacia a partir dos eventos do final do Mesozóico e Cenozóico. Em termos geomorfológicos a Depressão Central se caracteriza por uma superfície constituída por padrões diferenciados de colinas que se apresentam ora com topo plano ora com topos convexos.

Esta unidade está individualizada em três classes:

- Campos;
- Agrícola 1 - predominância do cultivo de arroz; e
- Agrícola 3 - predominância de cultivos diversificados (feijão, hortifrutigranjeiros, milho, tabaco).

A **unidade Planície Costeira** corresponde a diferentes ambientes de sedimentação, sendo estes caracterizados como ambientes marinhos, lagunares e alúvio-coluvionares. Constitui-se numa vasta extensão areal plana que se estende em toda porção leste do Estado. Os sedimentos marinhos abrangem toda a costa leste e correspondem à área onde a ação marinha se dá de forma mais intensa, sendo característica desse ambiente as dunas e as planícies arenosas. A planície lagunar se formou a partir da colmatação de corpos lagunares, destacando-se neste conjunto a Laguna dos Patos. Já a planície alúvio-coluvionar localiza-se na zona de contato entre a planície lagunar e a borda do Escudo Sul-rio-grandense ou do Planalto Meridional. De forma geral, esta unidade se caracteriza por áreas de relevo plano, pouco inclinado e áreas com ocorrência de intenso processo de deposição de sedimentos.

Na Planície Costeira foram individualizadas 4 classes:

- Agrícola 1 - predominância de arroz;
- Agrícola 3 - caracterizando-se por atividades e cultivos variados;
- Dunas - presença de campos arenosos intercalados às dunas ativas; e
- Lagoas - especialmente intercaladas às demais classes descritas, constitui-se em um ambiente frágil de grande biodiversidade.

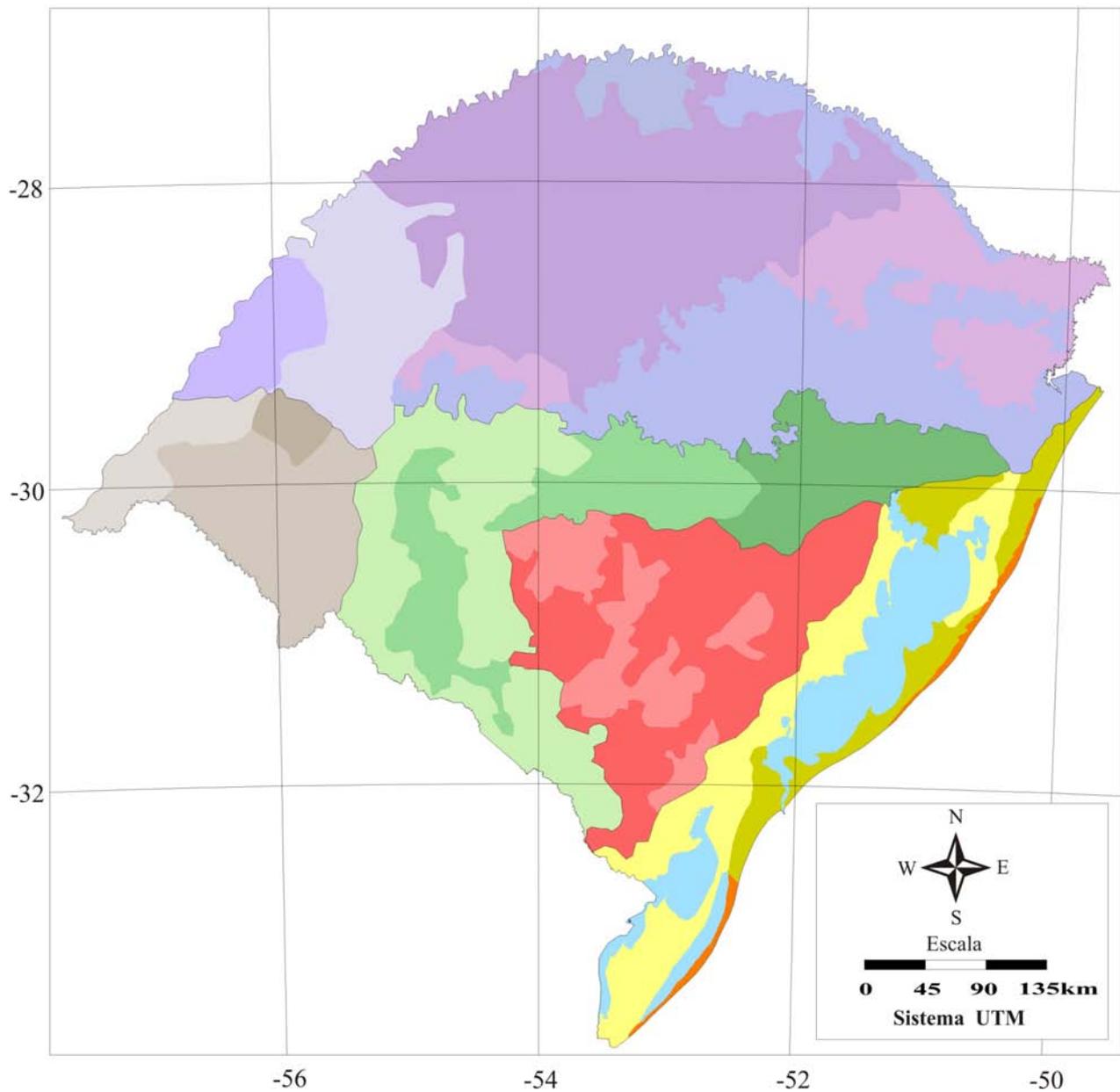
As paisagens do Rio Grande do Sul, no ima-

ginário de grande parte de sua população, se expressam através de uma simplificação da leitura do espaço em duas grandes unidades: a paisagem agrícola do norte do Estado e paisagem pastoril do sul. As transformações sociais e econômicas do Estado ao longo desses últimos anos, associadas às novas tecnologias de análise espacial permitem apresentar novas leituras, indicadas pelas transformações ocorridas. Nesse sentido é possível observar no Mosaico de imagens e no próprio Macrozoneamento, uma diversidade, uma mescla de paisagens (Suertegaray, 2004).

Paisagem constitui para a Geografia um conceito que possibilita uma análise unificada do espaço. Quando buscamos interpretar o espaço geográfico como paisagem a primeira idéia que nos vem à mente é a expressão materializada da sociedade possível de ser visualizada pelo observador (Suertegaray, 2000). Assim a paisagem é em grande parte associada à idéia de imagem e cabe descrevê-la, enquanto expressão dos processos. No caso do Macrozoneamento essas paisagens podem ser traduzidas pelas classes das diferentes unidades adotadas.

A análise desses produtos permite identificar significativas espacializações dessas transformações, tornando-se difícil visualizar hoje, no Rio Grande do Sul, essa dualidade histórica. A paisagem agrícola se expande pelas antigas áreas de campo e florestas, em particular, no caso da cultura do arroz ao longo das várzeas dos rios expressivos do Estado, como os rios Uruguai, Ibicuí, Jacuí e Santa Maria. Estas espacializações configuram transformações, marcadamente visíveis na escala de observação em análise.

A análise permite observar o registro no espaço de processos temporais que se acumulam sob diferentes feições. Essa imbricada articulação de diferentes usos e coberturas do solo expressa diferentes processos que se materializam no território do Rio Grande do Sul, sob diferentes formas de paisagens. Essa articulação, entretanto, não representa uma igualdade de padrões econômicos para as duas grandes regiões individualizadas no Estado. As diferenças econômicas acentuaram-se a partir da década de 50 com a intensificação dessas transformações. Atualmente, a metade norte têm a supremacia econômica em relação a metade sul. Os processos econômicos e essa desigualdade entre as regiões não são, entretanto, manifestadas e/ou representadas sob esta forma de representação, indicando-se assim que outras perspectivas de análise são necessárias (Suertegaray, 2004).



Legenda

Unidades Geomorfológicas	Zonas de uso e cobertura do solo	Unidades Geomorfológicas	Zonas de uso e cobertura do solo
Planalto	Florestas	Depressão Central	Campos
	Campos		Agrícola 1
	Campos sujos		Agrícola 3
	Agrícola 1	Escudo Sul-rio-grandense	Campos sujos
	Agrícola 2		Campos mistos
Cuesta do Haedo	Campos	Planície Costeira	Agrícola 1
	Campos sujos		Agrícola 3
	Agrícola 1		Dunas
			Lagoas

Figura 2 – Macrozoneamento do Estado do Rio Grande do Sul.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Macrozoneamento do Estado do Rio Grande do Sul definido neste trabalho, foi obtido pelo uso de metodologia baseada no cruzamento de informações espaciais provenientes de diferentes fontes com dados de sensoriamento remoto adquiridos por sensores com características espectrais e espaciais diversas. O objetivo de sua construção decorre, de um lado, da necessidade de teste de novas tecnologias, em processos de definição de áreas com características de homogeneidade, a exemplo das Macrozonas aqui definidas, e de outro lado, da produção de um mapa que expresse novas formas de representação relativas ao uso do solo em escala compatível com a área total desse Estado.

Neste sentido, buscou-se diversas fontes de dados como os documentos cartográficos temáticos que descrevem as principais unidades geomorfológicas e a variação da altimétrica do Rio Grande do Sul, imagens do satélite Landsat, sensor TM que permite visualizar a tendência de uso preferencial de uma determinada região, e imagens do satélite NOAA que permitem analisar a variabilidade temporal dessas tendências de uso.

Por meio dessa associação de informações constatou-se que nos compartimentos geomorfológicos, nos quais a altimetria é uma das importantes variáveis ambientais, os diferentes padrões de uso e ocupação de solos (definidos pelas imagens TM), analisados ao longo de um período de tempo, imprimem uma variação dos índices de vegetação (NDVI), calculados a partir das imagens NOAA, que permitem definir diferentes Macrozonas de uso e cobertura do solo. Essas Macrozonas, por sua vez, representam a dinâmica da ocupação do solo do Estado do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS

- Ab'saber, A.N. 1970. **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil**. São Paulo: Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, n.20. 26p.
- Guasselli, L.A, Ducati, J.R.; Barros, J.; Rauber, A.; Porto, C. 2003. Mapeamento de áreas cultivadas com arroz irrigado nas regiões central e sul do RS, através de técnicas de sensoriamento remoto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3, REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2003, Camboriú, **Anais...**, Camboriu, 15, p. 149-151.
- Guasselli, L.A, Suertegaray, D.M.A.; Ducati, J.R.; Saldanha, D.L.; Fontana, D.C.; Ahlers, S.; Rossato, M. S. 2001. Zoneamento Temático do Estado do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 9, 2001, Recife. **Anais ...**, Recife, v.1, p.164-164.
- IBGE 1977. **Geografia do Brasil. Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE. v.5.
- IBGE 1986. **Levantamento de Recursos Naturais, Folha SH 22 Porto Alegre e parte das folhas SH 21 Uruguaiana e SI 22 Lagoa Mirim. Projeto RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro. Levantamento de recursos naturais, v.33, 796p.
- Junges, A.H.; Fontana, D.C.; Guasselli, L.A. 2004. Diferenças entre inverno e verão de 2002 no uso do solo e cobertura vegetal nos Campos de Cima da Serra. In: Seminário de Iniciação Científica, 5, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004, Porto Alegre.
- Müller Filho, I. L. 1970. **Notas para o Estudo da Geomorfologia do Rio Grande do Sul, Brasil**. Publicação Especial nº1. Santa Maria, Imprensa Universitária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 34p.
- Rouse, J.W.; Hass, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W. 1973. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: THIRD ERTS SYMPOSIUM, NASA-SP-351 I, 309-317.
- Suertegaray, D.M.A. 2000. Espaço geográfico uno e múltiplo. In: D. M.A. Suertegaray, L.A.Basso e R.Verdum (Orgs.) **Ambiente e lugar no urbano. A Grande Porto Alegre**. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.13-34.
- Suertegaray, D.M.A.; Guasselli, L.A. 2004. Paisagens (Imagens e Representações) do Rio Grande do Sul. In: **Rio Grande do Sul - paisagens e territórios em transformação**. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 27-38.

