

Geoprocessamento aplicado ao mapeamento da cobertura e do uso da terra no estado do Rio Grande do Sul¹

Ângela Maria Resende Couto Gama*
Eloisa Domingues**

* IBGE/Unidade Estadual de Santa Catarina, Gerência de Recursos Naturais e Estudos Ambientais/ Uso da Terra
Av. Tenente Silveira, 94/12º andar – Centro 88 010-300 – Florianópolis, SC, Brasil
angela.gama@ibge.gov.br

** IBGE/Diretoria de Geociências/Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais / Uso da Terra
Av. República do Chile 500/15º andar – Centro 20031-170 – Rio de Janeiro – RJ, Brasil
eloisa.domingues@ibge.gov.br

Abstract. The present study summarizes the survey results of the analysis mapping of land cover types as well as land-use patterns identified in the state of Rio Grande do Sul, scale 1:250 000. Results were obtained using a multilevel classification system, emphasizing remote sensing as the primary information source. Remote sensing data were obtained using digital image processing, field work, interviews, statistics and available literature. In the delimitation of the mapping units, it was considered that homogeneity and heterogeneity could not be dissociated, implying that there is diversity within the units that are considered homogeneous. This is the reason why coverage patterns and land use for the representation of phenomena identified were adopted. The classification system used provides five major categories of Coverage and Land Use: (1) Anthropogenic Non-agricultural Areas; (2) Anthropogenic Agricultural Areas; (3) Natural Vegetation Areas; (4) Water; (5) and Other Areas that were disaggregated to the unit level representing land use itself.

Palavras-chave: remote sensing, digital image processing, land cover and land use, land use classification system, sensoriamento remoto, processamento digital de imagem, cobertura e uso da terra, sistema de classificação de uso da terra.

1. Introdução

Cada vez mais, diversas áreas do conhecimento têm recorrido a produtos gerados por sensores remotos para fornecer, armazenar e analisar informações. O espaço é um dos temas que mais tem utilizado essas ferramentas, reconhecidamente eficientes para a extração rápida da informação, a partir de técnicas de geoprocessamento. Os estudos hodiernos de Uso da Terra não escapam a esta corrente paradigmática, que tem lhe propiciado importantes avanços metodológicos em suas pesquisas.

Preocupações ambientais, também vêm ampliando significativamente a abordagem dos levantamentos de uso da terra, que passaram a incorporar em suas análises questões sociais, questões relativas às mudanças climáticas e mais recentemente à contabilidade das mudanças da cobertura e uso da terra.

Também é notável a crescente demanda de estudos para subsidiar o planejamento e a construção de indicadores ambientais, indispensáveis para a avaliação dos impactos sobre o

¹ Este documento tem por base o mapa e relatório técnico de Uso da Terra no estado do Rio Grande do Sul, publicado pelo IBGE, respectivamente em 2009 e 2010, do qual também são autores Angela Maria Faria de Alcântara Aquino, Fabio Eduardo de Giusti Sanson, João Arthur Hentges, Marilda Bueloni Penna Poubel, Maurício Zacharias Moreira, Regina Francisca Pereira, Solange Cardoso e Sonia Oliveira Gomes.

ambiente, provenientes de desmatamentos, da perda de biodiversidade, das mudanças climáticas, das doenças recorrentes, dos elevados índices de urbanização, das mudanças no meio rural, freqüentemente acompanhadas de graves problemas sociais.

Partindo destas premissas, o levantamento de uso da terra do Estado do Rio Grande do Sul, teve como objetivo identificar os tipos de cobertura e de uso da terra, analisar os processos produtivos e de ocupação das terras, disponibilizar os resultados em um sistema de informações geográficas institucional, visando apoiar avaliações da qualidade ambiental e orientar ações de promoção do desenvolvimento, seja através do monitoramento ambiental, seja subsidiando a definição de ações estratégicas de planejamento.

2. Metodologia de Trabalho

Assim como nos demais levantamentos de Uso da Terra do IBGE, o mapeamento da Cobertura e do Uso da Terra do Estado do Rio Grande do Sul foi elaborado a partir do processamento digital de imagens de satélite através do Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas - SPRING, seguindo cinco etapas de trabalho que se complementaram.

A primeira delas tratou do ajuste das cenas às demandas do SPRING, e aos parâmetros do Banco de Dados de Informações Ambientais – BDIA. Visando melhor adequação à escala de trabalho, aos equipamentos disponíveis e à otimização do tempo de processamento das cenas, as imagens foram reamostradas para 60m de resolução.

Para a interpretação digital utilizou-se as bandas 3, 4, 5 das imagens LANDSAT, capturadas do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE e imagens cedidas pela Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEPAM, por apresentarem melhores características para o tema, além de imagens ortorretificadas do programa GEOCOVER, para apoiar o georreferenciamento.

O segundo passo se deu pela estruturação do banco SPRING, incluindo a definição do projeto, modelo de dados, categorias e classes temáticas, e pelo registro das cenas, procurando distribuir os pontos de controle de forma equitativa pela área.

Fundamental para a análise das imagens, a segmentação das cenas e sua posterior classificação constituiu a terceira etapa do trabalho. A segmentação é uma técnica de agrupamento de dados na qual somente as regiões espacialmente adjacentes podem ser agrupadas, através dos parâmetros de similaridade² e área mínima³, que no caso do Rio Grande do Sul adotou-se os valores 8 e 80 respectivamente. A classificação por regiões utiliza, além da informação espectral de cada pixel, a informação espacial que envolve a relação entre os pixels e seus vizinhos, procurando simular o comportamento de um fotointérprete ao reconhecer áreas homogêneas na imagem. No trabalho em pauta, a classificação foi executada através do classificador Battacharya, um algoritmo de agrupamento de dados supervisionado, que demanda um treinamento prévio e posterior supervisão.

A quarta etapa do trabalho compreendeu o refinamento da classificação e a finalização do mapeamento através da edição matricial. Neste momento foram agrupados, reclassificados ou eliminados todos os polígonos resultantes da classificação, incompatíveis com a escala do trabalho e/ou com a realidade do estado.

² É o parâmetro que indica qual será a diferença máxima de níveis de cinza entre os pixels adjacentes de uma dada vizinhança na imagem desde que atendam também o critério de área mínima.

³ É o parâmetro que expressa o tamanho da área mínima da vizinhança (em número de pixels) que possa vir a constituir um polígono de segmentação, desde que atenda também o critério de similaridade.

A composição das cenas classificadas em um projeto estadual constituiu o penúltimo processamento feito em ambiente SPRING. A última etapa foi subdividida em dois segmentos: um que exportou o mapa para o formato *shape*, possibilitando sua inserção em programas que trabalhem com esta extensão de arquivo e outro que executou a vetorização do mapa, etapa que antecedeu sua exportação para o *MGE⁴*, ambiente gráfico do Banco de Dados, que dentre os vários processos executados incluiu a edição vetorial de ajuste às bases cartográficas.

A realidade estadual foi abstraída através de um sistema multinível de classificação, que enfatizou o sensoriamento remoto como primeira fonte de informação, complementada com trabalhos de campo, entrevistas, dados estatísticos e literatura disponível. A Figura 1 apresenta o fluxograma das etapas do processo de levantamento e classificação da cobertura e do uso da terra neste estudo.

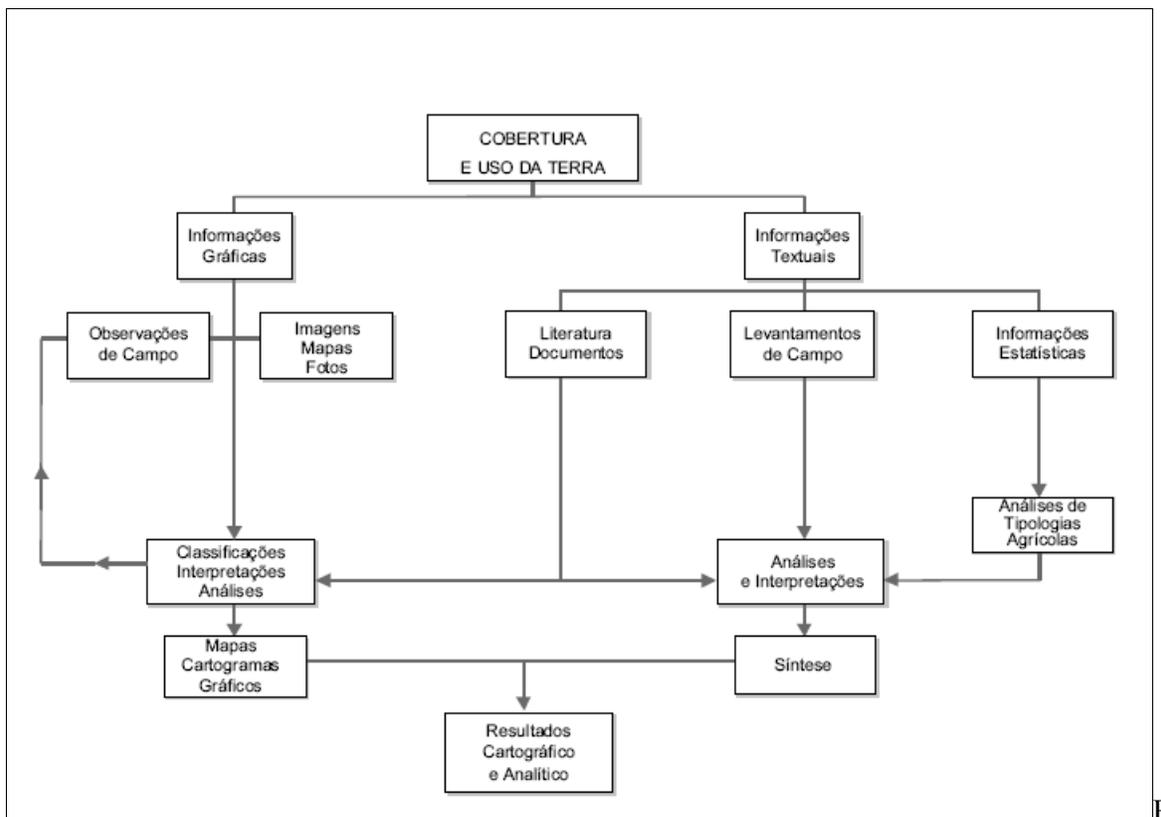


figura 1 - Fluxograma das etapas do processo de levantamento e classificação da cobertura e do uso da terra.

Nesta classificação, o nível 1 (classes) indica as principais categorias da cobertura terrestre, que podem ser identificadas a partir da interpretação direta dos dados dos sensores remotos e atendem aos usuários interessados em informações nacionais ou inter-regionais. Ex: Áreas antrópicas agrícolas

O nível II (subclasses) traduz a cobertura e o uso em escala regional. Neste nível nem todas as categorias podem ser interpretadas com igual confiabilidade somente a partir de

dados de sensores remotos, sendo necessário o uso de dados complementares. Ex: Lavouras temporárias.

O nível III (unidades) expressa o uso propriamente dito e neste patamar é imprescindível a utilização de dados exógenos aos sensores remotos. Ex: Graníferas e cerealíferas.

Na delimitação das unidades de mapeamento levou-se em conta que a noção de homogeneidade e heterogeneidade é indissociável, o que significa que existe diversidade dentro das unidades consideradas homogêneas, motivo da adoção de padrões de cobertura e de uso da terra para a representação dos fenômenos identificados.

Como a atividade de Uso da Terra no IBGE prevê o mapeamento sistemático de todas as unidades da federação e seu posterior armazenamento no Banco de Dados de Informações Ambientais – BDIA da CREN⁵, já havia sido organizada uma legenda de âmbito nacional, que procurou contemplar a ampla diversidade de combinações de cobertura e uso da terra em território brasileiro. A grande variedade de usos e coberturas existentes resultou em vasto universo de situações, que demandou o processamento da legenda em um banco de dados, de forma a possibilitar sua decodificação para o BDIA. Tal processamento foi feito inicialmente através de um programa de consultas em ambiente *Access* e, posteriormente incorporado ao programa Oracle que armazena as informações alfanuméricas.

Informações complementares relativas ao nível 3 da classificação, isto é, o detalhamento dos tipos de produtos existentes em cada unidade mapeada, foram discriminadas em uma tabela no formato txt, que serviu de interface para a carga destas informações no banco de dados.

Por fim, vale acrescentar que, embora o *SPRING* e o *MGE* tenham sido os ambientes sistemáticos de trabalho deste mapeamento, quando necessário foram utilizados programas auxiliares como o *ENVI*, *Global Mapper*, *ARC GIS*, *Google Earth* e *Access*.

3. Resultados e Discussão

Apesar das dificuldades enfrentadas pela ocorrência de confusão entre as classes geradas pela classificação supervisionada, a metodologia utilizada tem se mostrado eficiente na identificação dos tipos de cobertura e uso da terra na escala 1:250 000.

No Rio Grande do Sul, provavelmente em função do relevo muito acidentado em grande parte do estado, da estrutura fundiária com predomínio de pequenas propriedades e da grande fragmentação das parcelas utilizadas, a classificação supervisionada gerou considerável confusão entre as classes, problema ainda não equacionado pelos algoritmos correntes. Gonzales e Woods, 1987 (*apud* Saldanha e Freitas, [2009?]), destacam que “a elaboração de algoritmos visando à automatização de processos de segmentação é uma das tarefas mais difíceis dentro da área de processamento de imagens”.

O significativo tempo investido na tarefa de edição, não permitiu a obtenção do produto com a agilidade esperada para trabalhos executados pela via do geoprocessamento. Ao contrário, a confusão proveniente da classificação supervisionada exigiu exaustivo trabalho de análise e edição matricial, presente em três etapas distintas do mapeamento. A edição foi balizada pelas pesquisas e observações de campo, por estatísticas de produção, pela literatura disponível e em alguns casos por imagens de maior resolução disponíveis no *Google Earth*.

⁵ Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

Em condições diferentes daquelas encontradas em terras gaúchas, espera-se que os classificadores semi-automáticos possam apresentar menor grau de confusão entre as classes, propiciando agilização no processo de geração dos produtos. Por outro lado, há de se reconhecer que em grande parte do país repetem-se as mesmas características identificadas no Rio Grande do Sul, razão da necessidade premente de se encontrar soluções para tornar mais ágil o mapeamento de uso da terra do IBGE no território nacional.

No âmbito do IBGE, que visa o armazenamento do produto final em um Banco de Dados multidisciplinar, o trabalho de edição temática tem sido particularmente árduo, considerando a necessidade de edições de ajustes às bases cartográficas, quase sempre produzidas ou compiladas em décadas passadas, o que dificulta sua compatibilização com a geometria das imagens orbitais.

No presente estudo foram identificadas todas as cinco grandes categorias de Cobertura e Uso da Terra, previstas pelo sistema de classificação adotado⁶: Áreas Antrópicas não Agrícolas, Áreas Antrópicas Agrícolas, Áreas de Vegetação Natural, Água e Outras Áreas, que desdobradas ao nível de unidades, expressam o uso da terra propriamente dito.

O mapeamento 1:250 000 produzido em ambiente SPRING, encontra-se retratado na Figura 2, onde é possível distinguir traços da regionalização de padrões de uso, que guardam estreita relação com os processos da ocupação do Rio Grande do Sul ao longo de sua história. A região das Missões, por exemplo, mantém nas estâncias de gado heranças da ocupação jesuíta, que estabeleceu a atividade pecuária no estado. A região dos Pampas teve essa atividade garantida pelo isolamento posterior ao final do século XVII e início do século XVIII, quando foram definidas as estratégias geopolíticas de dominação definitiva de toda a Província de São Pedro⁷, marcando a ocupação sistemática dessa região através da migração estrangeira. Naquele período “o enorme efetivo pecuário, herdado das missões jesuítas e que ali vivia solto nos campos, contribuiu para a cristalização da grande propriedade pecuária” (IBGE, 2009). Outro exemplo é a região da Serra, maior representante espacial do processo migratório no estado, principalmente aquele com origem em países europeus. Nesta região o parcelamento das terras e a diversidade da produção agrícola das colônias ainda são marcantes e dão representação espacial às tipologias de uso ligadas ao pequeno produtor. O movimento interno dos imigrantes, principalmente dos descendentes italianos, ao final do século XIX e início do século XX, ocorreu em direção oeste e noroeste em razão da necessidade de se ocupar áreas mais extensas objetivando não apenas o povoamento, mas principalmente a inserção da produção no mercado capitalista. No estado a ampliação de áreas para este fim era dificultada pelo relevo acidentado nas serras e pela presença do latifúndio nos pampas. Esse movimento ocorreu pela necessidade de se buscar terras para o desenvolvimento das estratégias do governo, hoje terras ocupadas, principalmente, pelas lavouras do agronegócio.

4. Conclusões

A metodologia utilizada tem se mostrado eficiente na identificação dos tipos de cobertura e uso da terra na escala 1:250 000.

Apesar do exaustivo trabalho de edição matricial, presente em três etapas distintas do mapeamento, admite-se a importância do produto obtido pela via do geoprocessamento de

⁶ (IBGE, 2006)

⁷ Nome que o atual estado do Rio Grande do Sul tinha naquele período

imagens, se considerado como uma interpretação preliminar, uma vez que exigiu enorme esforço de análise e edição.

a6 (IBGE, 2006)

7 Nome que o atual estado do Rio Grande do Sul tinha naquele período

Cobertura e Uso da Terra no Estado do Rio Grande do Sul

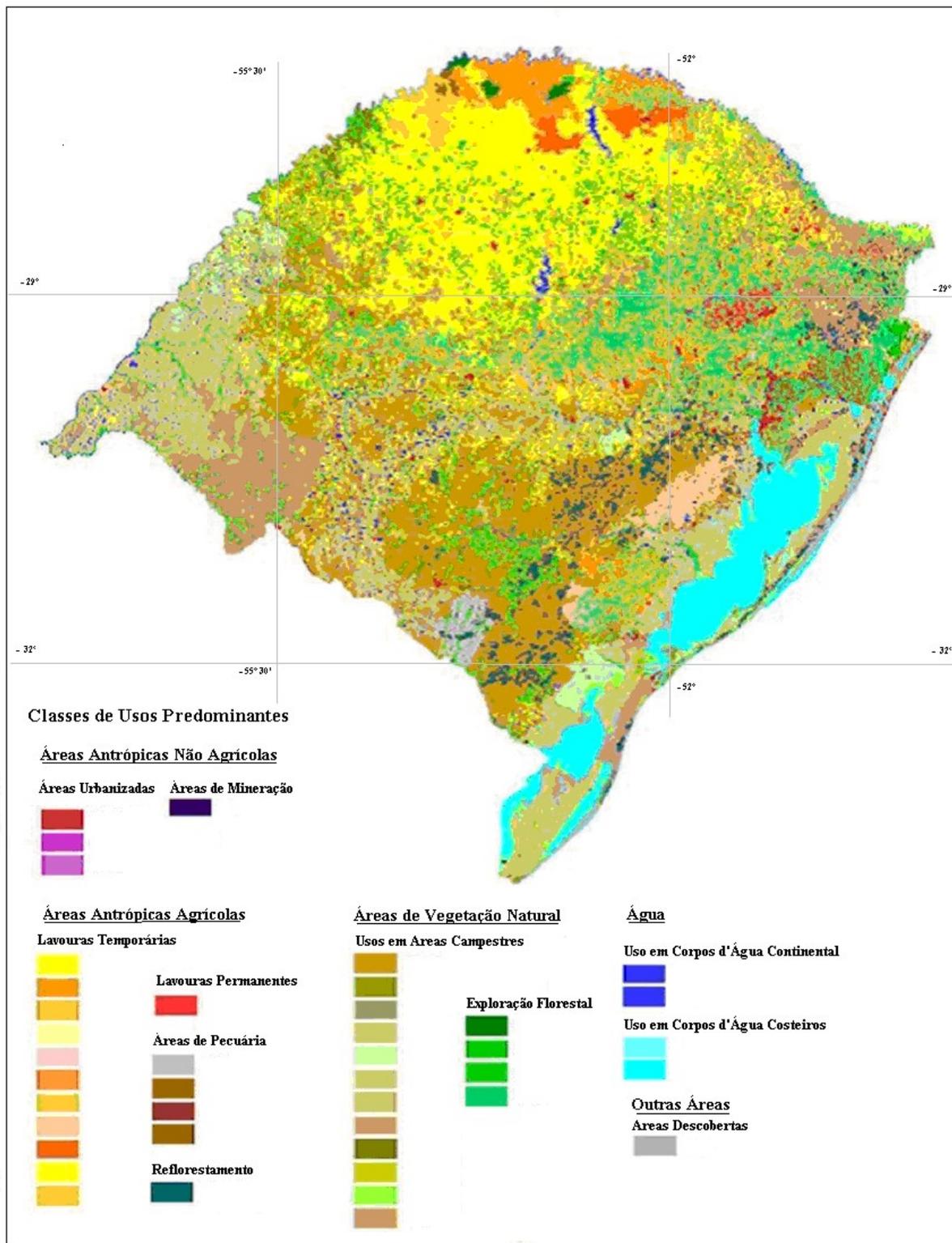


Figura 2 – Mapa esquemático da cobertura e do uso da terra do estado do Rio Grande do Sul, escala 1:250 000, extraído diretamente do SPRING

Referências Bibliográficas

Domingues, E.(Coord.) *O Uso de imagem de satélite e a interpretação supervisionada na classificação da cobertura e do uso da terra no IBGE: um roteiro para execução*. Rio de Janeiro: IBGE/DGC/CREN - Projeto Uso da Terra, 2010. 58p. atualizado.

IBGE. *Manual técnico de uso da terra*. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 92p. (Manuais Técnicos em Geociências, n.7)

IBGE. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Rio de Janeiro, 1992. 92p. (Manuais Técnicos em Geociências, n.1).

IBGE. *Projeto levantamento e classificação do uso da terra. Uso da terra no Estado do Rio Grande do Sul*; mapa do estado do Rio Grande do Sul, 2009.

IBGE. *Projeto levantamento e classificação do uso da terra. Uso da terra no Estado do Rio Grande do Sul*; relatório técnico. Rio de Janeiro, 2010. 139p.

Saldanha, M. F. S.; Freitas, C. da C. *Segmentação de imagens digitais: uma revisão*. [2009?]. Disponível em: <http://www.lac.inpe.br/cap/arquivos/pdf/P19.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2010.