

## **Caracterização atual do uso da terra e da cobertura vegetal na região da Terra Indígena Sangradouro/Volta Grande-Mato Grosso, Brasil**

Fernando Shinji Kawakubo

Recibido:

23 de octubre de 2003

Rúbia Gomes

Morato

Aceptado en versión final: 3 de abril de 2004

Paulo Almeida Correia Junior

Ailton Luchiari

**Resumo.** O objetivo desta pesquisa foi realizar o mapeamento do uso e cobertura vegetal na Terra Indígena Sangradouro/Volta Grande-MT (Brasil). As técnicas utilizadas consistem na aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral seguidas pela segmentação das imagens sintéticas e classificação supervisionada dos componentes segmentados. O cálculo das áreas correspondentes as classes de uso e cobertura vegetal permitiu avaliar a situação atual da Terra Indígena no contexto ambiental.

**Palavras Chave:** Sensoriamento remoto, modelo linear de mistura, mapeamento, uso da terra, cobertura vegetal.

## **Caracterización actual de la utilización del uso del suelo y la cobertura vegetal en la región de la Tierra Indígena Sangradouto/Volta Grande-Mato Grosso, Brasil**

**Resumen.** El objeto de este trabajo fue el mapear el uso y cobertura vegetal en la tierra indígena Sangradouro/Volta Grande-MT (Brasil). Para ello se emplearon técnicas de Modelo Lineal de Mezcla Espectral acompañadas por la segmentación de las imágenes sintéticas y clasificación supervisada de los componentes divididos. El cálculo de las áreas correspondientes a las clases de uso del suelo y cobertura vegetal, permitió estimar el estado actual de la tierra en el contexto ambiental.

**Palabras claves:** Percepción remota, modelo lineal de mezcla, cartografía, uso del suelo, cobertura vegetal.

# Current characterization of land cover of "Terra Indígena" (Indegenous Land) Sangradouro/Volta Grande-Mato Grosso, Brazil

**Abstract.** The purpose of this paper was to depict the current land use cover mapping in "Terra Indígena" (Indigenous Land) Sangradouro/Volta Grande-MT (Brazil). The techniques employed consisted in the application of Linear Mixing Model, synthetic image segmentation and supervised classification of the segmented components. The surface computation corresponding to the use cover class permitted to assess the actual situation of "Terra Indígena" within the environmental context.

**Key words:** Remote sensing, linear mixing model, mapping, land use, cover.

## INTRODUÇÃO

O Programa de Desenvolvimento para o Cerrado (POLOCENTRO), sob a responsabilidade da SUDECO, foi na década de 1970 o instrumento governamental que possuía a atribuição de incentivar o desenvolvimento regional do Centro-Oeste brasileiro. Para tal, foram realizados importantes investimentos em infra-estrutura e tecnologia.

Os incentivos gerados pelo governo federal dinamizou a produção agrícola na região, elevando o Brasil ao posto de um dos maiores produtores de grãos do mundo. Todavia, o avanço da fronteira agrícola tem gerado em praticamente toda a região sérios conflitos de terra entre camponeses, mineradores, índios e agroindustriais (Oliveira, 1991).

Além dos conflitos agrários, há a questão do desmatamento do cerrado. Apesar de não ser reconhecido pela Constituição como Patrimônio Nacional (parágrafo 4º, artigo 225), o cerrado vem sendo considerado como um importante domínio da vegetação brasileira. Segundo a WWF (2000), ocupando um quarto do território do Brasil (cerca de 200 milhões de hectares), é a savana mais rica em espécies do mundo, e, por conta do descaso com que vem sendo tratado, está entre as 25

áreas de ecossistemas ameaçados no planeta.

Em virtude destes problemas, o presente trabalho consiste em realizar o mapeamento do Uso da Terra e Cobertura Vegetal na Terra Indígena (TI) Sangradouro/Volta Grande e seu entorno, situado à Sudeste do Mato Grosso.

A importância deste trabalho consiste no fato da referida área sofrer sérios problemas de conflitos de terra entre fazendeiros e índios. O mapeamento contribui para a identificação das áreas pressionadas pelo avanço do cultivo da soja e permite avaliar a atual situação da cobertura vegetal presente na região, fornecendo subsídios para o planejamento físico-territorial.

## LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A TI Sangradouro/Volta Grande, que possui área de 100 200 ha, está localizada na região Sudeste do Estado do Mato Grosso, entre as coordenadas 15° 10' 28"- 15° 44' 37" de Latitude Sul e 53ª 43' 25"- 54° 00 28" de Longitude Oeste. Em termos de localização física, situa-se na porção oriental do Planalto do Guimaraes-Planalto Central do Brasil. A Figura 1 localiza a TI no estado do MT e os principais rios que cortam a área em questão.

Inserida nos limites das regiões geográficas de Rondonópolis e Barra do Garça, a TI Sangradouro/Volta Grande situa-se numa área de transição econômica regional. Enquanto Rondonópolis é caracterizada pela expansão da agricultura mecanizada da soja, milho, sorgo e algodão, Barra do Garça dedica-se principalmente à atividade da pecuária de corte. Possuindo terras divididas entre os municípios de General Carneiro, Poxoréo e Santo Antônio do Leste, a cidade mais próxima da TI é Primavera do Leste, a 50 km de distância pela Rodovia BR-070.

Primavera do Leste é um dos municípios de maior desenvolvimento econômico do Estado nos últimos anos. As atividades que impulsionaram seu desenvolvimento foram

principalmente a cultura da soja e a pecuária extensiva de gado bovino.

Segundo os levantamentos realizados pelo projeto Radambrasil (1981), as formas de acumulação e de dissecação do relevo presentes na área são marcadas pelas seguintes características:

### Formas de acumulação

*Planície Fluvial.* Frequentemente encontrada ao longo dos córregos e ribeirões que banham a região, principalmente nos ribeirões da Alminha, Sangradouro Grande e Couro do Porco. Correspondem as áreas aplanadas resultantes da acumulação fluvial, periódica ou permanentemente alagada.

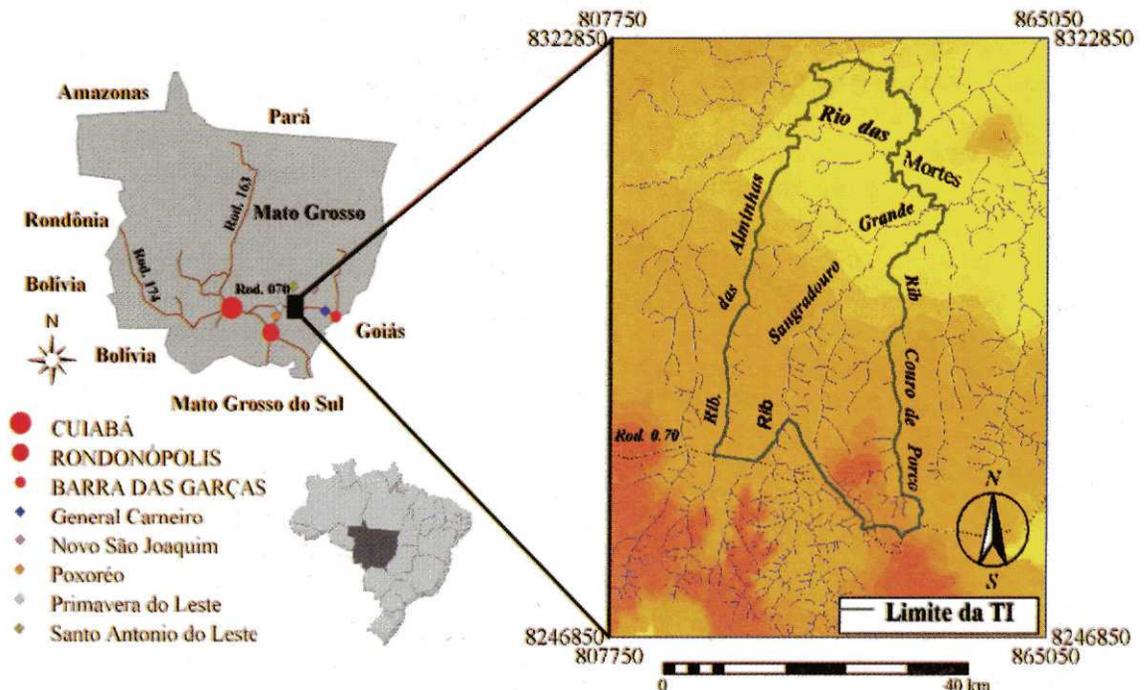


Figura 1. Localização da TI no Estado do MT e os principais rios que cortam a TI. A imagem de fundo representa a hipsometria da região (quanto mais escuro, maior a altitude).

*Áreas de Acumulação Inundáveis.* Encontradas no entono de uma importante lagoa dentro da TI (chamada de Lagoa Encantada) e num ponto de maior umidade (cabeceira de drenagem) localizado à direita do Ribeirão Couro de Porco, próximo ao Rio das Mortes. Esta Unidade é caracterizada por áreas aplanadas com ou sem cobertura arenosa, periódica ou aparentemente alagada, precariamente incorporada à rede de drenagem.

### **Formas de Dissecação**

*Formas Tabulares.* São as feições que cobrem praticamente toda a área de estudo, excetuando as áreas ocupadas pelas unidades mencionadas anteriormente. São as áreas cujas altitudes oscilam na maior parte das vezes entre 600 e 700 metros. Corresponde aos relevos de topos aplanados, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento da drenagem, eventualmente separados por vales de fundo chato.

*Formas Convexas.* São encontradas com maior predominância nas terras mais altas (mais de 700 metros), nas porções do extremo Sul e Sudeste da TI. Representam os relevos de topos convexos, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento da drenagem, eventualmente separados por vales de fundo plano.

Em se tratando das características climáticas regionais, a área de estudo possui estações chuvosas e secas bem definidas. As chuvas estão concentradas durante o período que vai de novembro a março. Já a seca se estende de maio a novembro.

### **MATERIAIS UTILIZADOS**

Foram utilizadas as seguintes cartas topográficas publicadas pelo IBGE 1976 e 1986: na

escala 1: 250 000 , a folha General Carneiro (SD-22-Y-C); na escala 1: 100 000, as folhas Lago do Cervo (SD-22-Y-C-I), Batovi (SD-22-Y-C-IV), Fazenda Luciana (SD-21-Z-D-III) e Poxoréo (SD-21-Z-D-VI). As informações temáticas de Geologia, Geomorfologia, Solo e Vegetação foram obtidas pela folha Goiás-22 do Projeto Radambrasil.

O mapa atualizado e de maior detalhe do Uso/Cobertura Vegetal foi elaborado a partir das imagens do satélite Landsat7/ ETM+. As bandas utilizadas para o processamento digital foram as ETM/3, ETM/4 e ETM/5, correspondente aos canais do vermelho (0.63-0.69 mm), infravermelho próximo (0.76-0.90 mm) e infravermelho médio (1.55-1.75 mm). No sistema WRS, a cena localiza-se na órbita 225/71. A passagem do satélite corresponde ao dia 04 de agosto de 2002.

Em termos de *hardware*, a mesa digitalizadora *Sumergraphic* A1 foi utilizada para converter as informações analógicas em formato digital. Os *softwares* escolhidos para o processamento das imagens foram o SPRING (INPE) e o ILWIS (ITC).

## **PROCEDIMENTOS EXECUTADOS**

### **Implementação das bases cartográfica e temática**

A implementação da base cartográfica e dos mapas temáticos foi o primeiro procedimento. Nesta etapa, parâmetros cartográficos como o retângulo envolvente da área de estudo e o *Datum* Horizontal foram definidos.

### **Processamento digital de imagens**

#### ***Pré-Processamento***

Antes de efetuar a correção geométrica, as imagens foram convertidas para radiância e

posteriormente para reflectância exoatmosférica com base na metodologia apresentada por Luiz *et al.* (2003). Os parâmetros de calibração, como por exemplo os valores de Irradiância (E) no topo da atmosfera e  $L_{min}$  e  $L_{max}$  para cada banda foram extraídas da página eletrônica da NASA (2003).

A retificação geométrica foi feita com apoio de pontos de controle identificados na imagem e na base cartográfica digitalizada. Após o georeferenciamento, as imagens foram reamostradas pelo método do vizinho mais próximo.

### Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME)

Como forma de realçar os alvos de interesse na imagem foi aplicado sobre as ETM 3, 4 e 5 o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) apresentado por Shimabukuro e Smith (1991).

Foram geradas três imagens sintéticas representando as frações solo, sombra e vegetação. As amostras puras, denominadas de *endmembers* (componentes puros de referência) foram selecionadas na própria imagem com o uso do *mouse*.

A fundamentação metodológica do MLME baseia-se nos problemas de mistura que ocorrem nas imagens de Sensoriamento Remoto em virtude da resolução espacial do sensor.

Em geral esta mistura espectral está relacionada ao campo de visada do sensor (Instantaneous Field of View-IFOV). O IFOV registra em cada *pixel* da imagem a média integrada da radiância de todas as coberturas dispostas nesta superfície (Figura 2). Assim, dentro de um único elemento de 30 x 30 metros, a radiância registrada inclui mais de um tipo de cobertura do terreno (além dos

efeitos de contaminação atmosférica).

A idéia do MLME consiste em estimar a proporção de cada tipo de cobertura do terreno em cada elemento *pixel* da cena. Para isso, o MLME fundamenta-se no pressuposto de que a resposta espectral de um *pixel*, numa imagem qualquer (bandas 1, 2, ..., *m*) é uma combinação linear das diversas coberturas contidas na superfície. Nestas condições, para qualquer imagem (multiespectral ou hiperespectral) e sendo as respostas espectrais dos componentes conhecidos, as proporções destes podem ser estimadas de forma individual por meio da geração de imagens-fração (Shimabukuro e Smith, 1991).

Adotando a linearidade do modelo, o valor do *pixel* em qualquer banda espectral pode ser dada por:

$$r_i = \sum_{j=1}^n (a_{ij} x_j) + e_i$$

$i = 1, \dots, m$  (número de bandas)

$j = 1, \dots, n$  (número de componentes)

onde:

$r_i$  = reflectância espectral da  $i$ .<sup>ésima</sup> banda espectral de um *pixel* que contém um ou mais componentes;

$a_{ij}$  = reflectância espectral conhecida da  $j$ .<sup>ésima</sup> componente dentro de um *pixel* sobre a  $j$ .<sup>ésima</sup> banda espectral;

$x_j$  = valor da  $j$ .<sup>ésima</sup> proporção de componente dentro do *pixel*;

$e_i$  = erro da  $i$ .<sup>ésima</sup> banda espectral.

O termo de erro da equação acima, correspondendo aos valores residuais presentes em

cada *pixel*, não solucionado pelo método proposto é dado por:

$$e_i = r_i - \sum_{j=1}^n (a_{ij} x_j)$$

sendo:

$i = 1, 2, \dots, m$  (número de bandas espectrais);

$j = 1, 2, \dots, n$  (número de componentes);

$e_i$  = erro para a banda  $i$ ;

$r_i$  = reflectância espectral observada na banda  $i$  de um *pixel* contendo um ou mais componentes;

$a_{ij}$  = reflectância espectral do componente  $j$  para uma banda espectral  $i$ ;

$x_j$  = proporção do componente  $j$  dentro de um *pixel*.

A estimativa de  $XJ$  segue as seguintes restrições:

$$0 \leq x_j \leq 1 \text{ e}$$

$$\sum x_j = 1$$

Segundo Ferreira *et al.* (2003), estas duas últimas restrições são importantes à medida que orienta a análise das proporções de cada componente amostrado na imagem.

Os métodos utilizados para estimar a mistura de componentes dentro de um *pixel* procuram selecionar as proporções de modo que as combinações das assinaturas espectrais dos componentes seja a melhor aproximação do valor do *pixel* observado (SPRING 3.5).

De acordo com Shimabukuro e Smith (1991), existem várias técnicas para estimar a proporção de componentes dentro de um *pixel*. Os autores (*op cit.*) descrevem o uso de duas técnicas para avaliar estas proporções: a técnica dos Mínimos Quadrados com Restrições (MQR) e a dos Mínimos Quadros Ponderada (MQP). Ambos voltados para minimizar a soma dos quadrados dos erros.

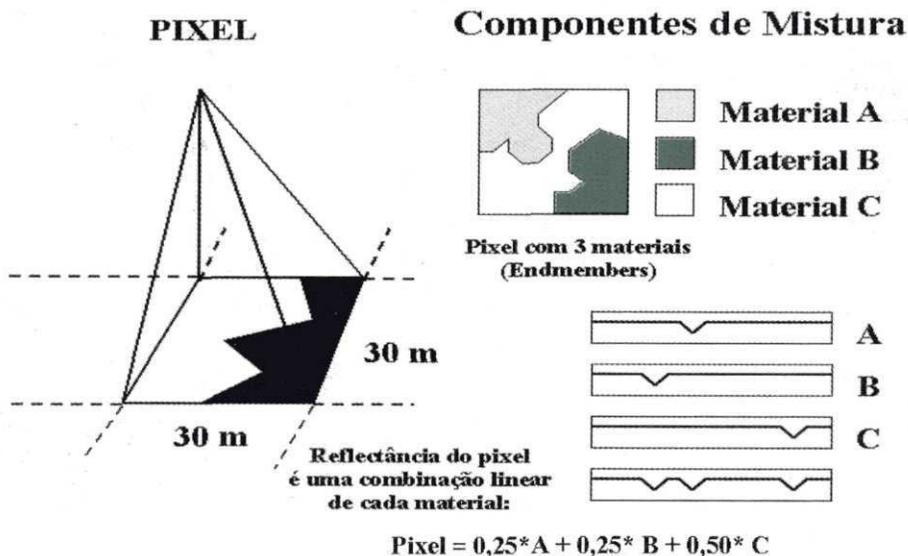


Figura 2. Representação esquemática de mistura espectral em um pixel de 30 x 30 m.

A técnica aplicada para estimar as frações, após a aquisição dos componentes puros foi a MQR. Esta técnica é a mais simples e rápida computacionalmente (SPRING 3.5), sendo requerida quando o número de componentes é igual a três. As imagens sintéticas geradas por este modelo estão ilustradas na Figura 3.

### Segmentação das imagens sintéticas

Com base nos resultados obtidos no MLME, as imagens sintéticas sombra, solo e vegetação foram utilizadas como imagens de entrada para a segmentação. Em termos de processamento, a segmentação consiste num processo de subdivisão de uma imagem em diversas partes ou regiões significativas.

Na segmentação, o termo região pode ser entendido como um conjunto de pixels contíguos, que se espalham bidimensionalmente e que apresentam uniformidade em relação

a um dado atributo (SPRING 3.5). Elas apresentam duas características básicas: exibem uniformidade interna e as regiões diferenciam-se de sua vizinhança. Em geral os algoritmos de segmentação implementados nos sistemas de processamento de imagens consideram as características de descontinuidade e de similaridade dos valores dos pixels para separar as regiões.

Os algoritmos que consideram a descontinuidade dos níveis de cinza baseiam-se principalmente na mudança abrupta dos valores de cinza. Como é o caso por exemplo, do método de detecção de bacias.

Já os algoritmos que consideram a similaridade são os mais utilizados na segmentação. Isso porque permite, segundo Kai e Muller apud Shimabukuro e Almeida Filho (2002), extrair um conjunto mais rico de atributos e de selecionar amostras mais representativas de cada classe. Estes sistemas



Figura 3. De esquerda para a direita: fração sombra, fração solo, fração vegetação e composição colorida das frações Solo (R), Vegeta (G), Sombra (B).

baseiam-se na procura de *pixels* vizinhos similares, os quais são agrupados em regiões homogêneas se os critérios de similaridades forem satisfeitos (Bins *et al*, 1996). O método por crescimento de regiões é um exemplo deste algoritmo.

O desenvolvimento do método por crescimento de regiões é feito a partir de um "*pixel semente*" que possui a propriedade de agrupar *pixels* adjacentes com características próximas. Esta propriedade é definida pelos limiares de similaridade e de área.

O limiar de similaridade é a distância euclidiana máxima entre os centros espectrais de duas regiões. Já o limiar de área é o tamanho mínimo em *pixel* de uma região que se pretende delimitar.

Realizando vários testes de segmentação, os valores que forneceram os melhores resultados na separação das classes foram 10 para similaridade e 18 para área, juntamente com a seleção das imagens sombra e solo exposto. Os testes mostraram que visualmente a seleção da vegetação aumentava os erros de segmentação, por isto ela não foi utilizada.

### **Rotulação dos componentes segmentados**

Após a segmentação das imagens sintéticas, foi realizada uma classificação supervisionada com o intuito de gerar o Mapa de Uso e Cobertura Vegetal da área em estudo. A classificação supervisionada consistiu em duas etapas: na determinação de amostras correspondentes a cada classe a ser mapeada; e na escolha de um classificador automático.

O processo de amostragem foi acompanhado de informações obtidas no Mapa de Vegetação do Radambrasil e em trabalhos

de campo. O classificador automático utilizado, após o processo de amostragem, foi o Distância Bhattacharyya, que mede a distância entre as distribuições de probabilidade  $i$  e  $j$  das classes espectrais.

### **Edição do mapa de uso e cobertura vegetal**

Os erros de rotulação de classes foram corrigidos por meio da edição de polígonos. Estes erros foram definidos quando havia discordância entre os resultados da classificação e as informações obtidas nos trabalhos de campo e no mapeamento realizado pelo Radambrasil (1981).

Quando houve erros de fronteira entre as classes mapeadas, a edição foi feita com o uso da tabela de dupla entrada, também conhecida como tabela bidimensional. Esta técnica de análise espacial em formato *raster* (matricial) combina informações de dois mapas por meio de uma análise de tabela.

O primeiro passo na construção da tabela é criar um novo mapa que contenha os novos limites a serem traçados no mapa com erro. O passo seguinte consiste em inserir os novos limites com base nas regras de interseções *booleanas*.

### **As classes mapeadas**

A terminologia e as descrições consideradas no mapeamento do Uso e Cobertura Vegetal seguiu a classificação Fisionômico-Ecológica da Vegetação Neotropical do Projeto Radambrasil (1981).

A resolução geométrica de 30 x 30 metros (unidade de resolução) que o sistema Landsat 7 ETM+ possui permitiu definir um maior detalhe no mapeamento, com 11 classes de Uso/Cobertura.

Entre estas onze, duas classes pertencem

à Região da Floresta Estacionai Semidecidual e três pertencem à Região da Savana (Cerrado). As seis classes restantes correspondem à classes de usos diversos, como corpos d'água e uso antrópico.

### **Região da Floresta Estacionai Semidecidual**

A Região da Floresta Estacionai Semidecidual é composta pela Formação Submontana e Aluvial. A Formação Submontana recobre os terrenos Terciários na margem esquerda do Rio das Mortes. Apresenta dossel arbóreo emergente com a característica principal da decidualidade entre 20 a 50% das espécies que o formam.

Menos concentrada que a Formação Submontana, a Formação Aluvial encontra-se distribuída ao longo das planícies fluviais Quaternárias que beiram os rios. Apresenta estrutura caracterizada pela queda parcial da folhagem de suas árvores mais altas, embora na maioria apresenta-se com aspecto sempre verde, juntamente com os arbustos e arvoretas das submatas.

### **Região da Savana (Cerrado)**

A Região da Savana corresponde às áreas de vegetação xeromórfica com fisionomia diversa, de arbórea densa, com porte quase florestal até gramíneo lenhosa, fisionomia essencialmente campestre. Na área mapeada, a Região da Savana (Cerrado) é composta pelas Formações Parque com Floresta de Galeria ("natural" e "antrópico") e Arbóreo Aberto.

As Formações Parque com Floresta de Galeria individualiza-se por fisionomia campestre intercalada por árvores muito espaçadas e raquíticas. Pode ocorrer naturalmente ou ser resultado da ação antrópica.

Quando natural, delimita-se pelas áreas encharcadas das depressões (áreas de acumulações inundáveis). Ocorrem principalmente ao Norte do Rio das Mortes e no Centro-Oeste da TI, estando associado à ocorrência de solos hidromórficos.

O Parque antrópico é encontrado em toda a Savana alterada pela devastação, principalmente pelo fogo que seleciona um pequeno número de arvoretas bastante espaçadas entre si.

Separou-se os Parques natural e antrópico (de características muito similares nas imagens de satélite) com o auxílio do mosaico semicontrolado de radar (SD22-Y-C, 1976) produzido pelo Radambrasil. A chave de interpretação do radar permitiu distinguir os Parques naturais dos antrópicos a partir da tonalidade cinza escuro que as áreas encharcadas possuem. Sendo atribuído à mancha localizada no Centro Leste da TI como Parque Antrópico com Floresta de Galeria.

A Formação Arbórea Aberta com Floresta de Galeria é a classe de vegetação predominante na região, ocorrendo sobre as superfícies planas ou levemente onduladas dos interflúvios. Trata-se de uma formação campestre com arvoretas, exclusivas das áreas areníticas lixiviadas. Sua estrutura é mais aberta e baixa em relação ao Cerradão. As Florestas de Galeria apresentam uma composição entre os elementos florestais misturados aos da savana (cerrado) que nesta área são mais desenvolvidos.

### **Usos diversos**

As áreas de Solo Exposto/Agricultura cobrem praticamente todo o entorno das terras demarcadas como de áreas indígenas. As classes Campo/Pastagem 1 e Campo/Pastagem 2 destinam-se a atividade pecua-

rista, concentrando-se na região Sul da TI. O Campo/Pastagem 2 são áreas de preparo para o plantio de gramíneas destinado à alimentação do gado.

Áreas de Regeneração, Queimada e Corpos d'água completam o quadro do mapeamento. As áreas de regeneração são aquelas

quase sempre próximas às queimadas, constituindo-se num estágio de recuperação natural. Os dois principais corpos d'água estão localizados um pouco ao Sul do rio das Mortes, dentro da TI. A Figura 4 ilustra o mapeamento realizado.

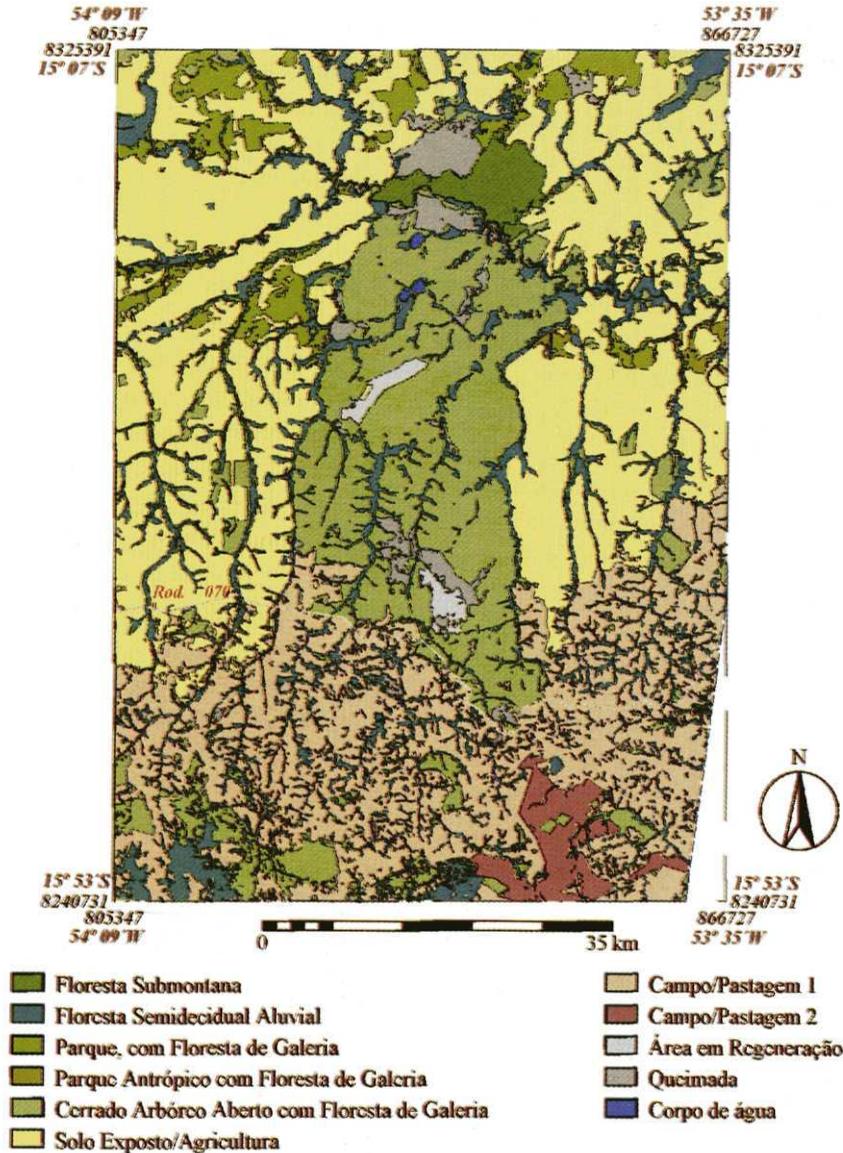


Figura 4. Distribuição do Uso e Cobertura Vegetal na região da TI Sangradouro/Volta Grande.

### A distribuição das áreas mapeadas

O recorte total da área mapeada perfaz aproximadamente 635 mil hectares, sendo pelos menos 100 mil considerada Terra Indígena (15 % da área total).

A distribuição dos tipos de uso e cobertura em hectares e em porcentagem podem ser observadas na Figura 5. Nela constata-se, por exemplo, que dentro da TI a cobertura vegetal predominante é o Cerrado Arbóreo Aberto com Floresta de Galeria, ocupando mais de 60% da área. Outro fato importante é que praticamente não ocorrem queimadas fora da TI (porém, dentro dela a área é significativa, com quase 10%). Em relação as áreas de solo exposto e de agricultura, 26%

das terras localizadas fora da TI estão sendo usadas para o cultivo agrícola e as áreas menos propícias para o seu plantio (região localizada ao Sul da TI, principalmente) perfazem quase 30% (soma das classes Campo Pastagem 1 e 2).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A técnica do Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) mostrou-se eficiente no mapeamento das classes de uso e cobertura, possibilitando uma maior agilidade no processamento dos dados. As distinções entre as classes naturais e antrópicas foram muito claras. O cálculo das áreas de cada classe, dentro e fora da TI permitiram as seguintes conclusões: a maior parte da TI é composta

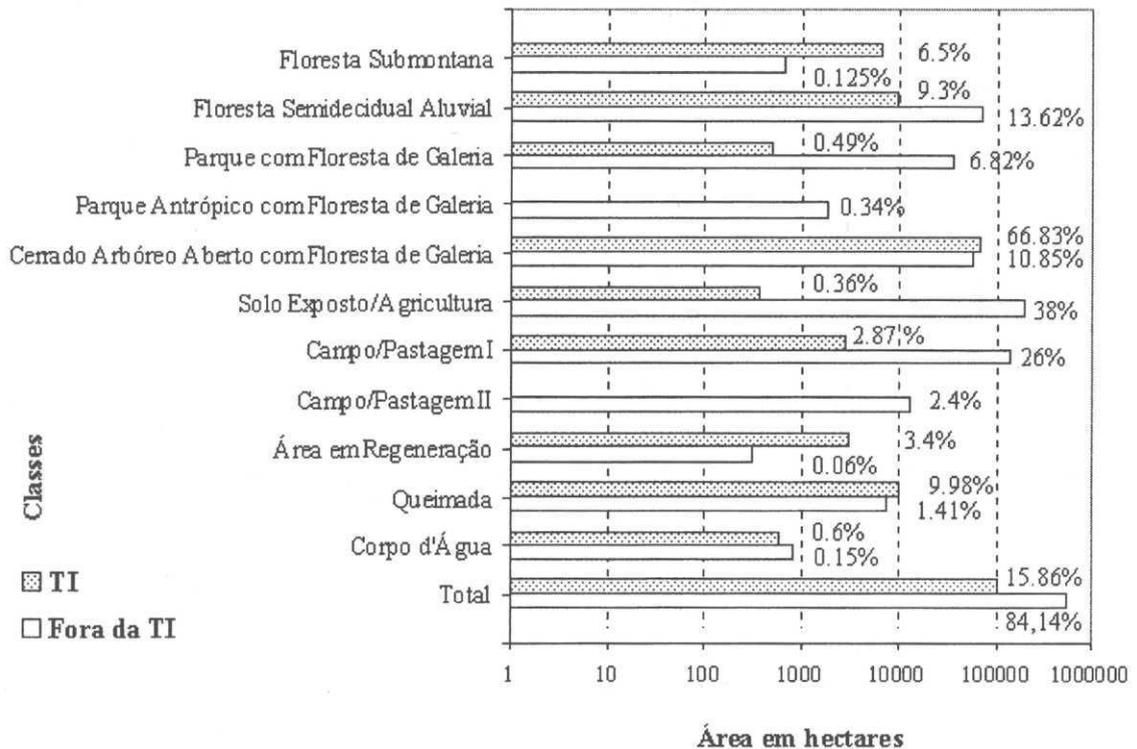


Figura 5. Distribuição das classes de uso e de cobertura vegetal dentro e fora da TI: em números de hectares e em proporção.

pelo Cerrado Arbóreo Aberto com Floresta de Galeria. Praticamente não ocorrem queimadas fora da TI, e a maior parte das terras em seu entorno são de uso antrópico.

## REFERENCIAS

📖 Bins, S. A., L. M. G. Fonseca, G. J. Erthal y F. M. LI (1996), "Satellite imagery segmentation: a region growing approach", *Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Salvador, Brasil, pp. 33-62.

📖 Ferreira, M. E., L. G. Ferreira, E. E. Sano y Y. E. Shimabukuro (2003), "Uso do Modelo Linear de Mistura Espectral para o mapeamento sistemático e operacional do bioma cerrado: possibilidades, implicações e procedimentos metodológicos", *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Belo Horizonte, Brasil, pp. 657- 664.

📖 INPE (1996), "PRODES: assesment of deforestation in Brazilian Amazônia", *Relatório Técnico*, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, Brasil.

📖 Lillesand, T. M. y R. W. Kiefer (2000), *Remote sensing and image interpretation*, John Wiley & Sons, New York.

📖 Luiz, A. J. B., S. Gürtler, J. M. Gleriani, J. C. N. Ephiphanyo y R. C. Campos (2003), "Reflectância a partir do número digital de imagens ETM+", *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Belo Horizonte, Brasil, pp. 2071-2078.

📖 NASA (2003), Landsat 7: Science Data Users Handbook, [http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/IAS/handbook/handbook\\_toc.html](http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/IAS/handbook/handbook_toc.html).

📖 Oliveira, A. U. (1991), *A agricultura campo-nesa no Brasil*, Ed. Contexto, São Paulo, Brasil.

📖 Radambrasil (1981), *Mapa de vegetação da folha SD-22/Goiás*, escala 1: 1 000 000, acompanha relatório técnico, v. 25, Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, Brasil, pp. 509-560.

📖 Shimabukuro, Y. E. y J. A. Smith (1991), "The least-square mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data", *Transaction on Geoscience and Remote Sensing*, v. 29, no. 1, USA, pp. 16-20.

📖 Shimabukuro, Y. E. y R. Almeida Filho (2002), "Processamento digital de imagens multitemporais Landsat-5 TM e Jers-1 SAR aplicado ao mapeamento e monitoramento de áreas de alteração antrópica na Amazônia", *Geografia*, v. 27, no. 2, UNESP, Brasil, pp. 81-96.

📖 SPRING 3.5 (2003), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, <http://www.dpi.inpe.br/spring>.