

## CLASSIFICAÇÃO DA COBERTURA DA TERRA NA ÁREA DO ENTORNO DO PARQUE ESTADUAL DE MONTE ALEGRE - PA

JORGE LUIS GAVINA PEREIRA<sup>1</sup>  
MANUELA FERREIRA FERNANDES DA SILVA<sup>1</sup>  
MARCELO CORDEIRO THALES<sup>1</sup>  
ANDRÉA DE MELO VALENTE<sup>1</sup>  
REGINA OLIVEIRA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MPEG – Museu Paraense Emílio Goeldi  
Caixa Postal 399 – 66040-170 – Belém – PA, Brasil  
{jorgegavina, manoela, mcthales, avalente, oliveira}@museu-goeldi.br

**Abstract.** The objective of this work was to elaborate a land cover map in the area around the Monte Alegre State Park, located in the State of Pará, Brazil. This map was made using supervised classification for regions of Landsat 7 satellite images. The following classes of covering had been defined: Equatorial forest, Pioneering formations of trees and shrubs, Savannah, Flooded plain, Areas modified for the human beings occupation, Rivers and lakes, and cloud and shades of clouds. The predominant classes are the Equatorial forest and the Savannah that correspond 29 and 26 percent of the studied area, respectively. The classes Pioneering formations of trees and shrubs, Flooded plain and Areas modified for the human beings occupation representing, each one, 10% of the studied area. The rivers and lakes represent 14% and the area remain (1%) corresponds clouds and shades of clouds. The knowledge of the area of the covering classes, as well as the distribution of the same ones, is essential for the projects of communitarian sustainable development, to be developed in the region.

**Keywords:** image classification, land use, environmental conservation, sustainable development.

### 1. Introdução

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Projeto “*Planejamento participativo para elaboração de projetos de desenvolvimento sustentável comunitário*”, desenvolvido no entorno do Parque Estadual de Monte Alegre, Município de Monte Alegre, Estado do Pará. Este projeto tem como principal objetivo a elaboração de um “*Plano de Desenvolvimento Participativo*”, para a região do entorno desta Unidade de Conservação de Proteção Integral, com a participação das comunidades que nela habitam.

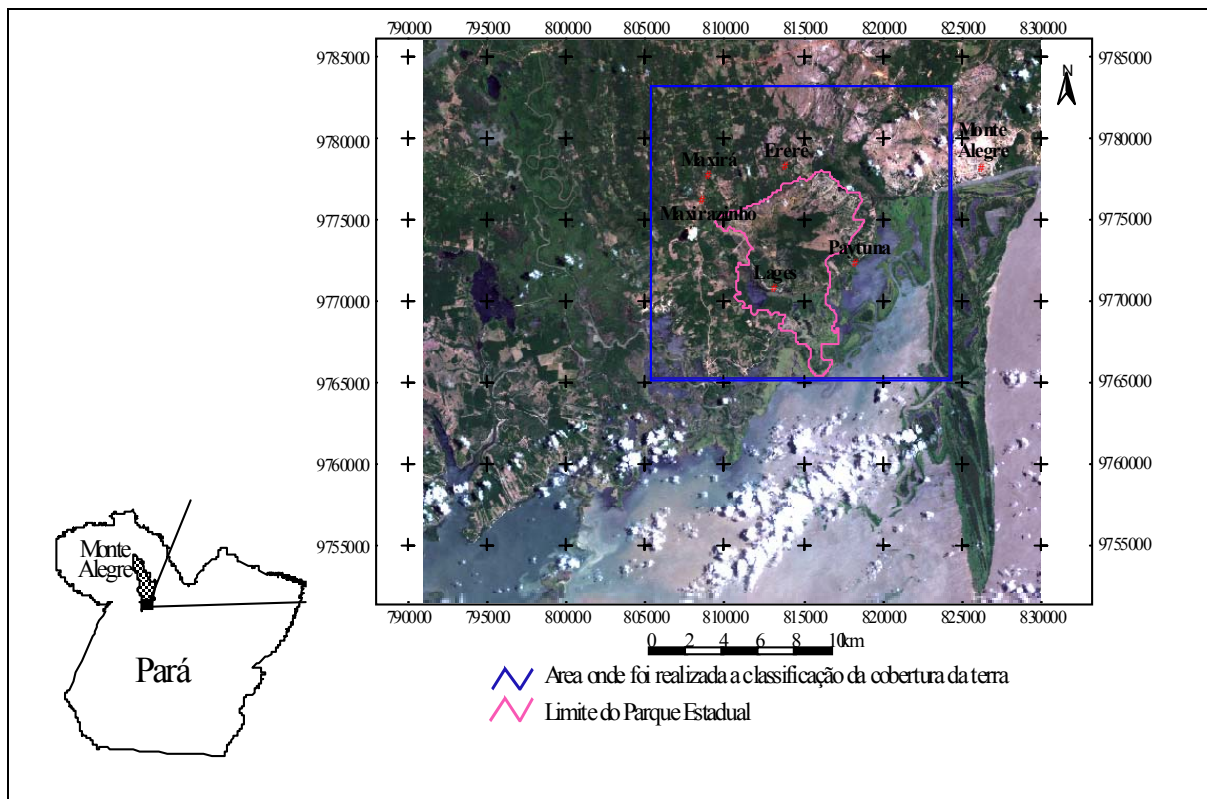
No escopo deste projeto foi realizada a classificação da cobertura da terra na área do entorno do Parque Estadual de Monte Alegre (5.818,5 ha ou 58,2 km<sup>2</sup>), onde foi apontado algum tipo de uso pelas comunidades de Ererê, Maxirá, Lages e Paytuna. A área abrangida por este estudo possui 34.020 ha, e esta situada entre as coordenadas 54°02’00” e 54°23’03” longitude oeste, e entre 1°56’01” e 2°17’12” latitude sul (**Figura 1**). Nesta classificação foi utilizada parte de uma cena do sensor ETM+, bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7, do satélite Landsat 7, correspondente à Órbita/Ponto 227/061, de 13 de agosto de 2000, georeferenciada para o DATUM SAD-69 e Projeção UTM (fuso 21, Sul).

### 2. Métodos

Em junho de 2001 foi realizada uma missão preliminar de campo para o reconhecimento geral da área. Em maio de 2002 foi realizada uma segunda missão de campo, a partir da qual foram definidas as classes de cobertura da terra. Foram definidas as seguintes principais classes de cobertura da terra: Floresta equatorial ombrófila, Formações pioneiras arbórea-arbustiva, Cerrado, Campos de várzea, Áreas antropizadas e Rios e lagos.

1. Floresta equatorial ombrófila

Fisionomia vegetal caracterizada pela concentração de indivíduos de porte arbóreo. Pode ser subdividido em “mata de terra firme”, “mata de várzea” e/ou “mata de igapó”, com as variações densa e aberta. Nos trabalhos de campo observou-se que, atualmente, estão muito alteradas, principalmente pela retirada seletiva de espécies vegetais de valor, para usos diversos. As “matas de várzea” e de “igapó” ocorrem nas margens de rios e lagos, na parte onde o solo encontra-se consolidado. A principal diferença entre as duas é que o primeiro tipo sofre inundações periódicas, enquanto que as “matas de igapó” ficam permanentemente inundadas. As “matas de terra firme” ocorrem nos locais não sujeitos a inundações. A principal atividade das comunidades nestas áreas é a extração de madeira. Elas também são utilizadas como áreas de caça.



**Figura 1.** Localização da área onde foi realizada a classificação da cobertura da terra.

### 2. Formações pioneiras arbórea-arbustiva

A característica desta fisionomia é o porte arbustivo que ora é contínuo, ora é intercalada com Gramíneas e/ou outras ervas, sendo comum a ocorrência de espécies arbóreas, de palmeira Buriti e Caranã. Como no caso anterior, é frequente a concentração destas palmeiras formando os “buritizais”. Esta fisionomia caracteriza áreas de formações edáficas resultantes da deposição de material aluvional recente. A medida que os sedimentos vão sendo depositados há o processo de sucessão de espécies. Localizam-se às margens dos rios e lagos nas comunidades de Paytuna e Lages. Nas áreas dominadas por este tipo de cobertura, as comunidades praticam, entre outras atividades, o extrativismo do Buriti (fruto e palha).

### 3. Cerrado

Esta formação vegetal não possui uma fisionomia única, apresentando desde formas campestres bem abertas, como os campos limpos de cerrado (“Campos de Monte Alegre”), até formas relativamente densas, florestais, como os cerradões. Entre estes dois extremos fisionômicos, encontra-se uma variedade de formas intermediárias como os campos sujos, os campos cerrados, e os cerrados propriamente ditos (cerrados "sensu stricto"). As áreas de

campos naturais são utilizadas para o pastoreio do gado, sobretudo no inverno (período chuvoso).

#### 4. Campos de várzea

A fisionomia desta formação vegetal apresenta uma certa uniformidade quanto a cobertura e quantidade de água, sendo a característica mais marcante um estrato herbáceo dominante, com muitas espécies de macrófitas aquáticas, que desaparecem na época seca, quando os lagos alcançam o menor nível de água. Esta formação é baixa, raramente atingindo mais de um metro de altura, com seus elementos interligados, formando densos tapetes. Durante as grandes cheias, esta formação pode desprender-se do solo limo-argiloso, não consolidado, e flutuar em grandes grupos, formando as “ilhas flutuantes”. Na estação seca, quando o rio baixa, estas áreas transforma-se em campos que são utilizados como pastagens naturais.

#### 5. Áreas antropizadas

Correspondem as áreas que sofreram intervenções humanas significativas, representadas pela roças (agricultura), pastagens, moradias e também, pelas áreas de regeneração natural de floresta (capoeiras). Nestas áreas, as atividades agrícolas são as predominantes.

#### 6. Rios e lagos

Correspondem aos corpos d’água. Nos rios e lagos da região a pesca é uma atividade de extrema importância como fonte de alimentos para as comunidades.

Foram tomadas as coordenadas de algumas áreas dessas classes de interesse com o uso de um receptor do sistema GPS, Marca *Trimble*, modelo *GeoExplorer II* (**Figura 2**).

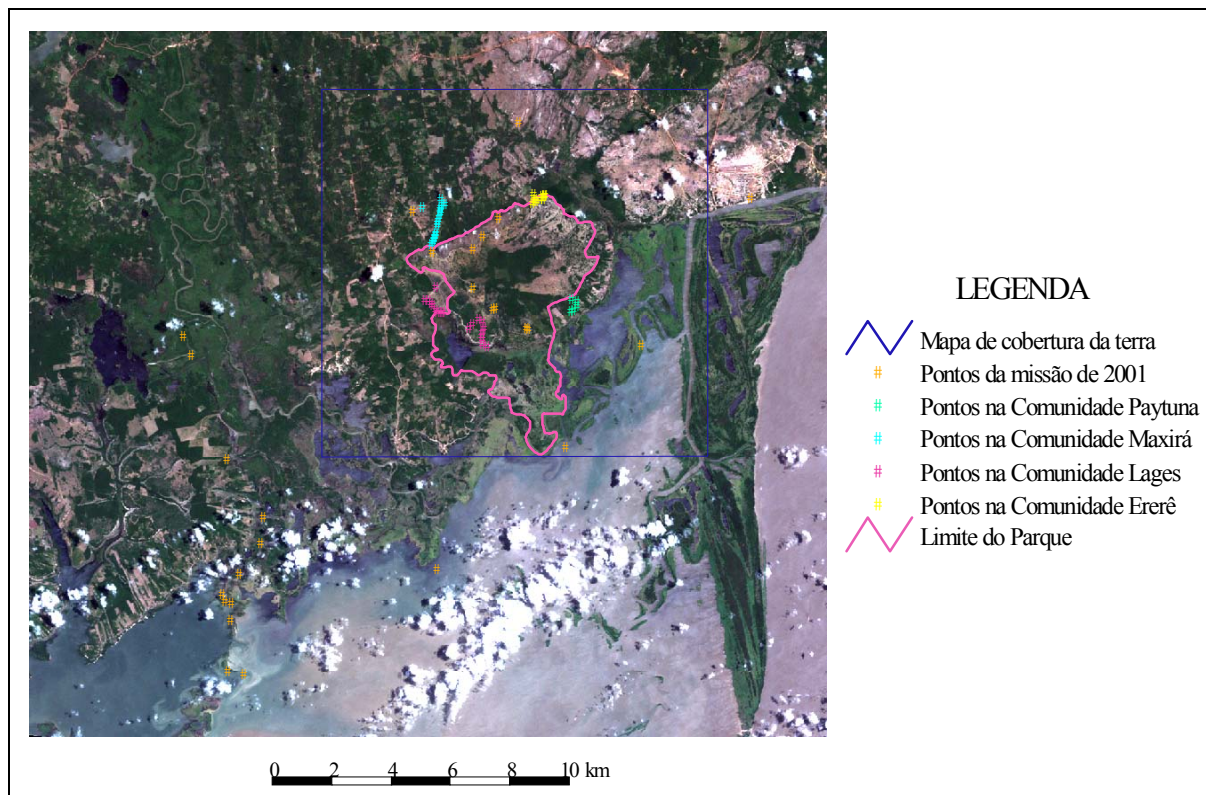


Figura 2. Distribuição dos pontos de referência dos diferentes tipos de cobertura da terra.

Estas áreas identificadas em campo foram posteriormente utilizadas na definição do padrão espectral das classes a qual elas pertenciam. O padrão espectral das classes de cobertura da terra foi utilizado como referência no momento de aquisição de amostras de treinamento no processo de classificação supervisionada da imagem.

No processamento da imagem foi utilizado o sistema SPRING 3.5.1<sup>1</sup>. Antes da classificação, as bandas foram filtradas utilizando-se um filtro de mediana com janela de tamanho 3 x 3 “*pixels*”. Filtro morfológico da mediana é utilizado para suavização e eliminação de ruído. O seu efeito também realça as bordas da imagem, o que facilita o processo de segmentação da imagem (Pereira, 1996). A ação do filtro mediana é substituir o valor do “*pixel*” central da janela 3 x 3, pelo valor mediano dos 9 “*pixels*” da janela.

As bandas utilizadas tiveram as suas médias e variâncias igualadas. Este procedimento foi executado para evitar que a banda de maior variância tivesse um peso maior processo de segmentação da imagem, fase anterior à classificação supervisionada por regiões (Pereira, 1996). Para igualar-se as médias e variâncias de todas as bandas é necessário multiplicar o valor de cada “*pixel*” de cada imagem por um “*ganho*”  $G$  (intercepto) e por um “*offset*”  $O$  (inclinação), utilizam-se as seguintes equações:

$$G_n = \frac{S_g}{S_n} \quad \text{e} \quad O_n = 128 - (\bar{X}_n * G_n)$$

$G_n$  = ganho para a banda  $n$ ;

$S_g$  = valor do maior desvio padrão das bandas utilizadas ( $b_1, b_2, \dots, b_n$ );

$S_n$  = valor dos desvios padrões de cada banda utilizada ( $b_1, b_2, \dots, b_n$ );

$n$  = bandas 1, 2, 3, 4, 5, e 7;

$O_n$  = ganho para a banda  $n$ ;

$\bar{X}$  = média para banda  $n$ .

A segmentação subdivide a imagem em regiões com propriedades radiométricas (níveis de cinza) semelhantes (Bins et al., 1992 e 1996; DPI, s.d.). A imagem foi segmentada utilizando-se os valores 6 e 10 para os parâmetros similaridade e área, respectivamente. O valor de similaridade esta relacionado ao valor digital das bandas, em quanto que o valor de área define o tamanho mínimo em “*pixel*” da região a ser gerada, neste caso de no mínimo 10 “*pixels*”, ou menos de 1 hectare. Um detalhe da segmentação da imagem utilizada neste trabalho é mostrado a **Figura 3**.

Na classificação supervisionada por regiões foi utilizado o algoritmo “*Bhattacharya*”. A medida da distância de “*Bhattacharya*” é usada neste classificador por regiões, para medir a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais. Ou seja, mede a distância média entre as distribuições de probabilidades de classes espectrais (DPI, s.d., Pereira, 1996). A vantagem de um classificador por regiões sobre um classificador por “*pixel*”, é que o classificador por regiões não se baseia apenas no valor digital do “*pixel*” em cada banda, como é o caso dos classificadores por “*pixel*”. O classificador por regiões, além do valor digital médio de cada região para cada banda, utiliza também a matriz de covariância como critério de decisão para a classificação da região.

Para a classificação supervisionada por regiões definem-se dois conjuntos de amostras de treinamento: Aquisição e Teste. As amostras de Aquisição são utilizadas para a definição dos parâmetros estatísticos da classe (média e matriz de covariância). As amostras de Treinamento são utilizadas para avaliar as classes definidas *a priori* (através dos parâmetros estatísticos). Foram adquiridas amostras de treinamento (Aquisição e Teste) para as classes de coberturas definidas anteriormente, a partir dos padrões espectrais observados em campo. As amostras de treinamento corresponderam a regiões geradas pela segmentação da imagem. A análise das amostras de treinamento mostrou um valor muito elevado de desempenho global para o conjunto de Aquisição (99,61 %) e um pouco menos elevado para o conjunto de Treinamento (91,65 %). No entanto, avaliou-se que a maioria das confusões ocorridas no conjunto de

<sup>1</sup> DPI. Home Page do SPRING. <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>. s.d.

treinamento foi entre subclasses das classes definidas inicialmente e que seriam posteriormente agregadas. A **Figura 4** mostra algumas regiões selecionadas como amostras de treinamento para a classe Floresta equatorial ombrófila.

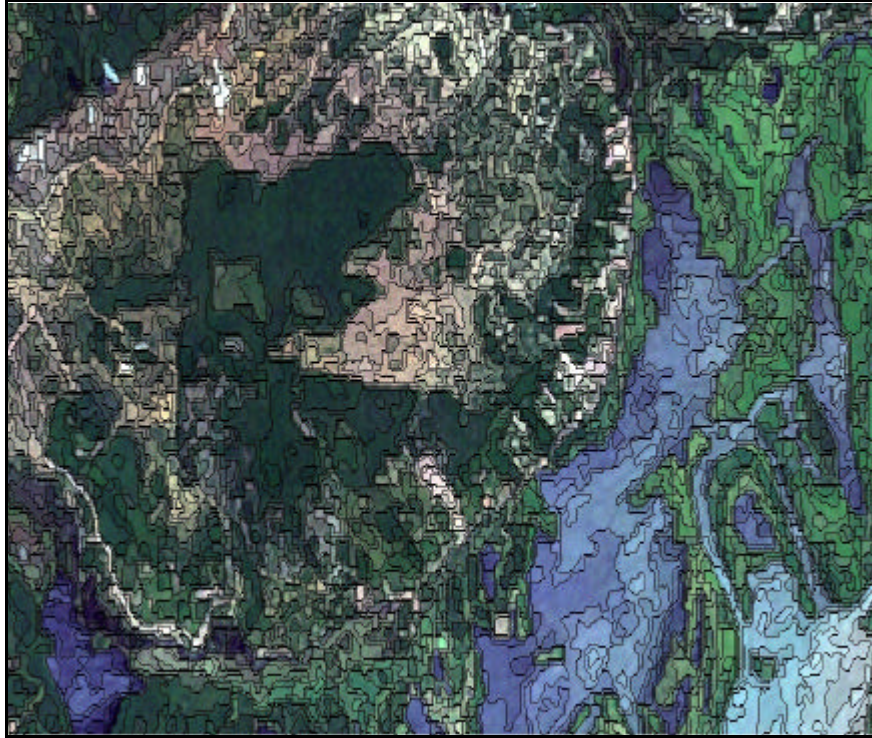


Figura 3. Resultado da segmentação para uma determinada região da imagem.

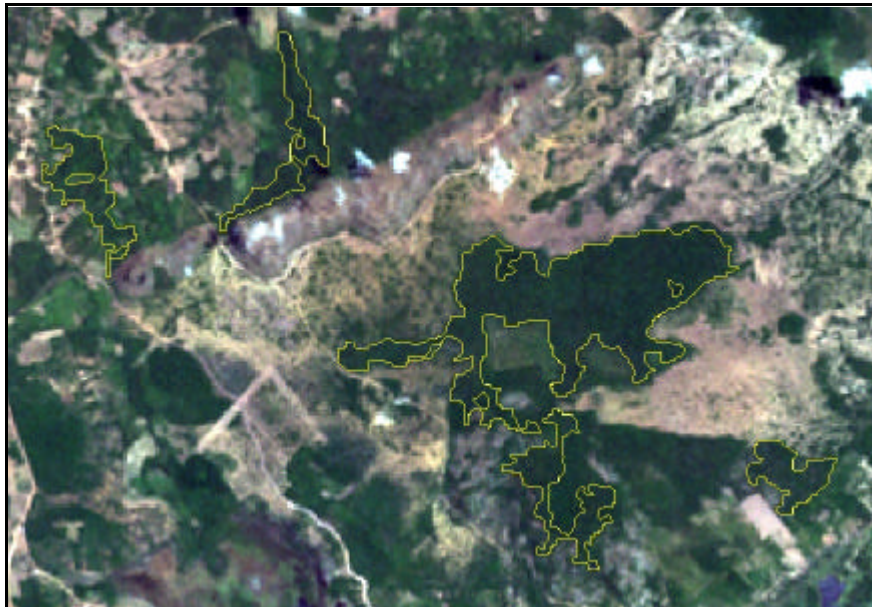


Figura 4. Amostras de treinamento para a classe Floresta equatorial ombrófila.

### 3. Resultados

O resultado da classificação da imagem é apresentado na **Figura 5**. Como pode ser observado através da imagem classificada, e também das missões a campo realizadas nos anos de 2001 e 2002, a paisagem do entorno do parque é caracterizada por um mosaico formado por uma

distribuição irregular das classes de cobertura. As classes predominantes são a Floresta equatorial ombrófila e o Cerrado, que correspondem a 29 e 26%, dos 34.020 ha estudados, respectivamente (**Figura 6**). As classes Áreas antropizadas, Formações pioneiras arbórea-arbustiva, Campos de várzea, possuem áreas menores, representando, cada uma, 10% da área estudada. Os rios e lagos representam 14% e o restante da área (1%) corresponde a nuvens e sombras de nuvens.

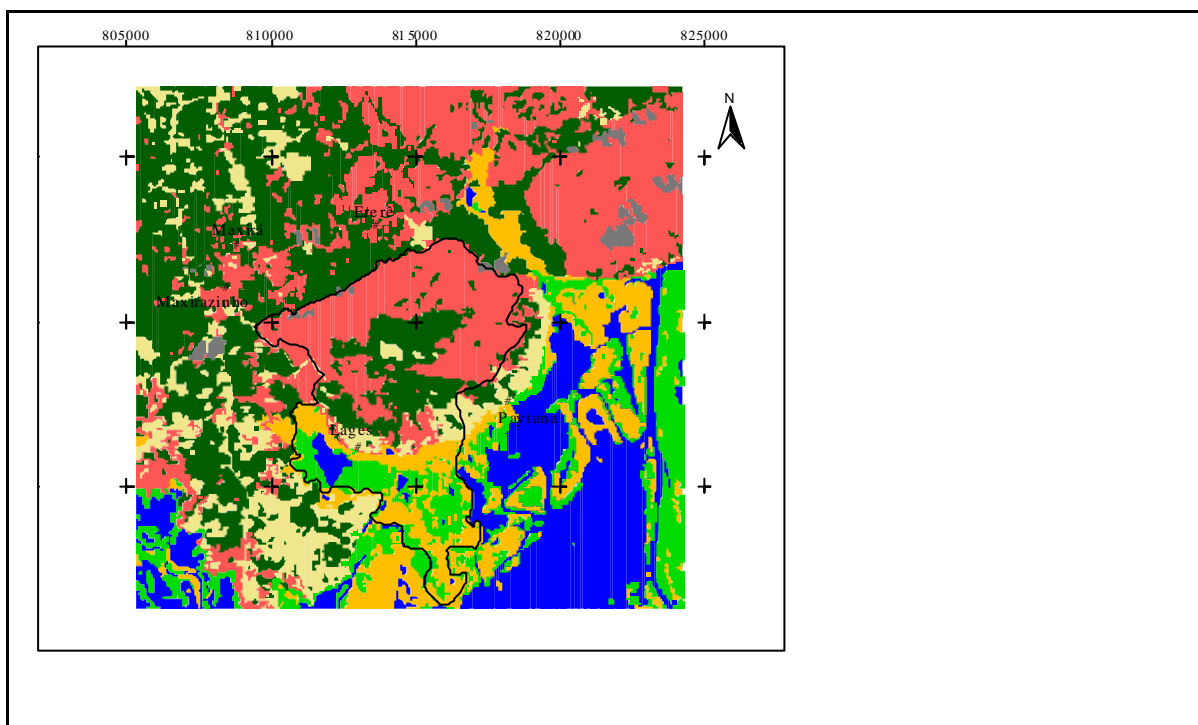


Figura 5. Classificação da cobertura da terra para o entorno do Parque Estadual

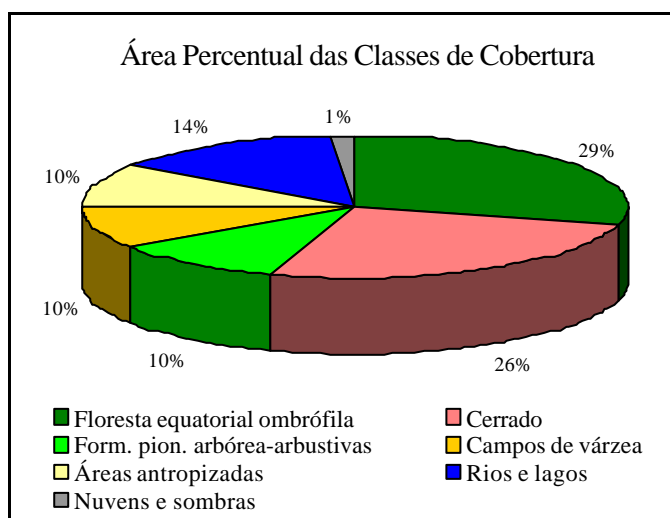


Figura 6. Distribuição percentual da área de estudo entre as Classes de Cobertura.

#### 4. Conclusões

A partir da classificação da imagem é possível quantificar a áreas das classes de cobertura da área do entorno do Parque Estadual de Monte Alegre, bem como vislumbrar a distribuição

espacial das mesmas. Visto que tais classes têm uma variedade de usos distintos pelas comunidades, o conhecimento da sua área e distribuição torna-se uma peça essencial para os futuros planos de zoneamento de atividades no contexto de projetos de desenvolvimento sustentável comunitário.

## **Referências**

Bins, L.S.; Erthal, G.J.; Fonseca, L.M.G. Um método de classificação não-supervisionado por regiões. In: Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, 5., Águas de Lindóia, 1992. Anais. São José dos Campos, INPE, 1992, v. 2, p. 65-68.

Bins, L.S.; Fonseca, L.M.G.; Erthal, G.J.; Ii, F.M. Satellite imagery segmentation: a region growing approach. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8., Salvador, 1996. CD-ROM - Seção de Comunicações. São Paulo, Imagemãmultimídia, 1996.

DPI, s.d. Spring: Help on line.

Pereira, J.L.G. Estudos de áreas de florestas em regeneração através de imagens Landsat TM. (Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1996. 137p. (INPE-5987-TDI/578).