

Mapeamento dos Remanescentes e Ocupação Antrópica no Bioma Amazônia

Clotilde P. Ferri dos Santos¹
Giane de Fátima Valles¹
Marcelo Francisco Sestini¹
Paulina Hoffman¹
Sergio Lopes Dousseau¹
Alexandre Junqueira Homem de Mello¹

¹Fundação de Ciência, Tecnologia e Aplicações Espaciais - FUNCATE
Av. Dr. João Guilhermino, 429 - 11º andar - Centro – CEP 12.210-131
São José dos Campos - SP, Brasil
{cferri, giane, marcelo.sestini, paulina, sergio, mello}@funcate.org.br

Abstract. The objective of this work was to integrate remote sensing data to provide a new and more detailed diagnose of the distribution of vegetation classes still present in the area. With the use of Landsat images from 2002 along with field work and other ancillary data, including the use of videography, classes of vegetation were mapped and classified. Some graphical comparisons were made between the remaining vegetation and the human land-use mapped areas. This analysis could help the community count and visualize the human impact been undertaken in each type of native vegetation remanescence.

Palavras-chave: vegetation mapping, Amazon biome, vegetation remanescences, mapeamento de vegetação, bioma Amazônia, remanescentes florestais.

1. Introdução

Localizada a norte do continente sul-americano, dos pouco mais de 6 milhões de km² que se estima ser hoje a área total da Floresta Amazônica na América do Sul, 67% estão em território brasileiro. O restante está distribuído entre a Venezuela, Suriname, Guianas, Bolívia, Colômbia, Peru e Equador. O Bioma Amazônia abrange no Brasil uma área em torno de 4.196.943 km². Apesar de sua grande dimensão, da riqueza de espécies e diversidade de habitats, as lacunas no conhecimento sobre flora, fauna e processos ecológicos nesta região são enormes, tornando o processo de escolha de áreas para a conservação da biodiversidade um desafio. A FUNCATE, Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais, desenvolveu o subprojeto “Uso e Cobertura da Terra no Bioma Amazônia”, visando realizar o mapeamento dos remanescentes e ocupação antrópica e implantação de uma base de dados digital correspondente.

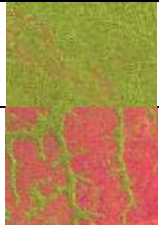


2. Materiais e Métodos

Foi realizado um levantamento dos trabalhos disponíveis para o bioma, na área de geoprocessamento e sensoriamento remoto, tipos de vegetação e uso e cobertura da terra.

Os remanescentes florestais e a ocupação antrópica no bioma foram levantados através de interpretação de imagens de satélite datadas entre 2001 e 2004, em um banco de dados georeferenciado, num total de 198 imagens Landsat, utilizando o aplicativo Spring (Câmara et al., 1996). As imagens utilizadas estão distribuídas entre os anos de 2001 e 2004 (2001-46 cenas; 2002 – 115 cenas; 2003 – 25 cenas e 2004 – 12 cenas).

Para interpretação das imagens, foi elaborada uma chave de interpretação. onde a tipologia de uso e de vegetação foi associada às características fotointerpretativas dessas (Lillesand & Kiefer, 1994; Rydén, 1997; Veloso, 1991 e Kuchler, 1988). A Tabela 1 apresenta um exemplo da chave de interpretação para 3 classes das 72 utilizadas.

Tabela 1 – Modelo de Chave de Interpretação

TIPOS	ELEMENTOS DE INTERPRETAÇÃO	EXEMPLOS
Da,Db,Ab	Cor verde médio a escuro, variação de tonalidade (textura heterogênea)	
Sp, Sg	Cor magenta claro a escuro, chegando a avermelhado, padrão irregular, variação de tonalidade (textura heterogênea)	
Ac	Cor magenta azul claro a escuro (solo em preparo, áreas queimadas), verde claro a médio (áreas de cultivo), textura homogênea ou heterogênea, padrão retangular, padrão de pivôs = circular	

Foi planejada uma missão de sobrevôo, com a finalidade de obter fotografias aéreas por câmeras portáteis e videografia em áreas de difícil interpretação. A missão foi realizada com auxílio da aeronave do INPE (Figura 1) em setembro de 2005 e sobrevoou as regiões apresentadas na Figura 2 e Tabela 2. Nesta missão também foram utilizadas câmaras digitais que geraram centenas de fotografias laterais que foram incorporadas ao Banco de Dados georeferenciado (Figura 3 e Tabela 2).



Figura 1 – Aeronave utilizada para a missão de sobrevôo sobre o Bioma Amazônia.

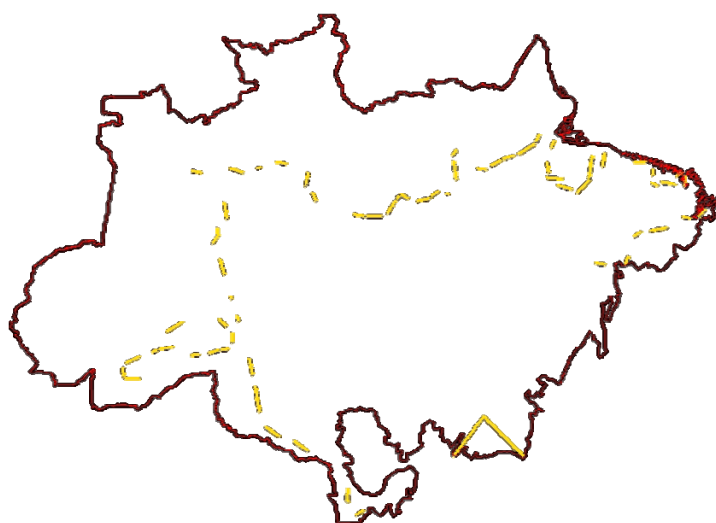


Figura 2 – Regiões sobrevoadas na missão sobre o Bioma Amazônia - Videografia.



Figura 3 – Regiões sobrevoadas na missão sobre o Bioma Amazônia – Fotos Laterais.

A videografia é uma das ferramentas de Sensoriamento Remoto composta de câmeras de vídeo, utilizando-se, como plataforma, aeronaves (Steffen et al., 1998). A videografia tem a vantagem de possuir alta resolução espacial, alta fotossensibilidade das câmeras (abrangendo as faixas espectrais do visível) e de proporcionar agilidade na coleta, processamento e utilização dos dados. Além disso, permite aquisição de grande quantidade de imagens (Nixon et al., 1985; Everitt et al., 1991). Esta técnica está relacionada a um processo temático e não dimensional, ou seja, não possui características aerofotogramétricas. Na videografia obtidas em sobrevôo, a resolução do pixel varia conforme a altura do voo, que é uma função das variáveis: altitude de voo e amplitude altimétrica do relevo. Assim, a resolução do pixel (R_p) será a resultante da altitude do voo (A_v) menos a variação altimétrica do terreno (A_t).

Tabela 2 – Rotas, Datas e número de imagens geradas na missão de sobrevôo sobre o Bioma Amazônia

Rota	Data	Videografia	Fotos Laterais
SJCampos - Cuiabá	02/09/05	-	68
Cuiabá-Vilhena	03/09/05	314	485
Vilhena – Rio Branco	05/09/05		541
RBranco–Porto Velho	06/09/05	617	672
PVelho – Tefé	07/09/05	141	443
Tefé – Manaus	08/09/05	735	1.432
Manaus – Santarém	09/09/05	439	568
Santarém – Macapá	11/09/05	1.083	1.072
Macapá – Belém	12/09/05	648	3.562
Belém – São Luis	13/09/05	629	2.833
São Luis – Marabá	14/09/05	1.110	2.619
Marabá – Cuiabá	16/09/05	681	342
Cuiabá-Barra do Garça	17/09/05	722	2.151
BGarça – SJCampos	17/09/05	1.054	-
TOTAL		8.173	16.788

As imagens obtidas (640X480 pixel de tamanho) (Figura 4), após georeferenciadas e inseridas no banco, foram utilizadas para sanar as dúvidas dos intérpretes.



Figura 4. Imagem de videografia realizada na missão de sobrevôo sobre o Bioma Amazônia. Região entre Cuiabá e Porto Velho.

Resultados

Este trabalho permitiu um mapeamento das classes de vegetação (tipos de fisionomia, distribuição espacial dessas, etc.), classes de uso (vegetação secundária, pasto, cultura, etc.), permitindo, assim, a atualização dos dados e mapas referentes ao Bioma Amazônia.

O resultado obtido com o levantamento das tipologias da vegetação para o Bioma Amazônia encontra-se na Figura 5 e Tabela 3.

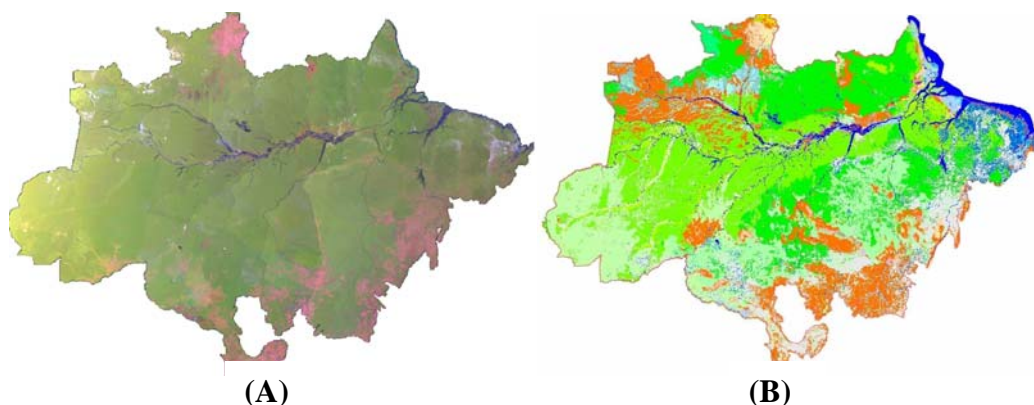


Figura 5. (A) Mosaico das imagens para o Bioma Amazônia. (B) Mosaico final do trabalho de mapeamento da vegetação do Bioma Amazônia

A Floresta Ombrófila Densa é a principal vegetação que caracteriza o bioma. Esta floresta é composta em geral por árvores altas, que podem ou não apresentar dossel emergente (IBGE, 2004). Na seqüência aparece a Floresta Ombrófila Aberta que apresenta quatro faciações florísticas que alteram a fisionomia da Floresta Ombrófila Densa, imprimindo-lhe claros, advindo daí o nome adotado: com palmeiras, com cipós, com bambus e com sororocas (IBGE, 2004).

As áreas de contato entre as diferentes tipologias representam 14% do Bioma, com área superior a 400.000 km².

Pode-se afirmar que mais de 12% do bioma já sofreu alguma alteração feita pelo homem, sendo que aproximadamente 3% está em recuperação (Vegetação Secundária) e 9% com uso agrícola ou pecuária.

Tabela 3 – Caracterização do Bioma por Região Fitoecológica

Região Fitoecológica	Área (km ²)	%
Savana Estépica	7.641,79	0,18
Savana	105.981,29	2,46
Campinarana	113.987,04	2,65
Floresta Estacional Decidual	877,47	0,02
Floresta Estacional Semidecidual	30.853,99	0,72
Floresta Ombrófila Densa	1.766.774,57	41,04
Floresta Ombrófila Aberta	888.248,29	20,63
Formação Pioneira	80.612,23	1,87
Vegetação Secundária	127.191,92	2,95
Área de Tensão Ecológica	608.402,26	14,13
Afloramento Rochoso	2,35	0,00
Refúgios	4.242,29	0,10
Área Antrópica	400.431,42	9,30
Água	170.010,66	3,95
TOTAL	4.305.257,57	100,00

Para melhor analisar as informações obtidas, a legenda foi simplificada, gerando informações sobre os Remanescentes Florestais, Remanescentes Não Florestais (Formações Pioneiras, Refúgios Ecológicos, Encraves, Vegetação Secundária), Área Antrópica e Água, como apresentado na Tabela 5 e representado na Figura 6.

Os remanescentes florestais, apresentados na Figura 6, representam mais de 67% do Bioma e estão distribuídos principalmente nos Estados do Amazonas e Pará (Figura 7).

Tabela 4 – Caracterização do Bioma por Região Fitoecológica Agrupada

Caracterização do Bioma	Área (km ²)	%
Remanescente Florestal	2.913.792,77	67,69
Remanescente não Florestal	693.830,75	16,10
Área Antrópica	400.431,41	9,30
Vegetação Secundária	127.191,91	2,95
Água	170.010,65	3,95
TOTAL	4.305.257,49	100,00

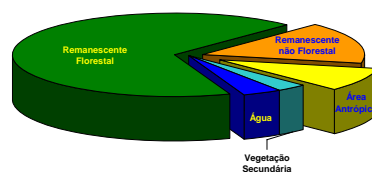
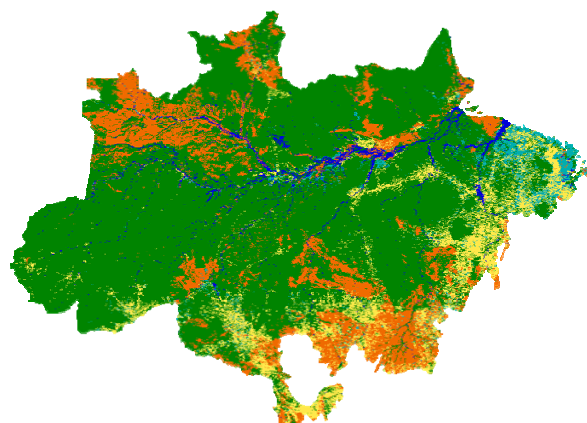


Figura 6. Representação da legenda simplificada para o Bioma Amazônia.

A área antrópica no Bioma representa cerca de 9%, tendo de sua área total (249.422 km²) 98% com pecuária ou agricultura. Os Estados de Mato Grosso e Pará são os que apresentam as maiores áreas com agricultura ou pecuária (Figura 7).

Quando analisamos os dados por Estado (Figura7), comparando áreas de remanescentes (florestais e não florestais) com as áreas antropizadas, podemos concluir que os Estados do Amazonas e Pará são os que possuem maior área de remanescentes e os Estados do Maranhão e Tocantins a menor área.

Ainda comparando os Estados, vemos que as áreas antropizadas, os Estados de Mato Grosso, Pará e Rondônia são os que têm maior área e Amapá e Roraima as menores áreas.

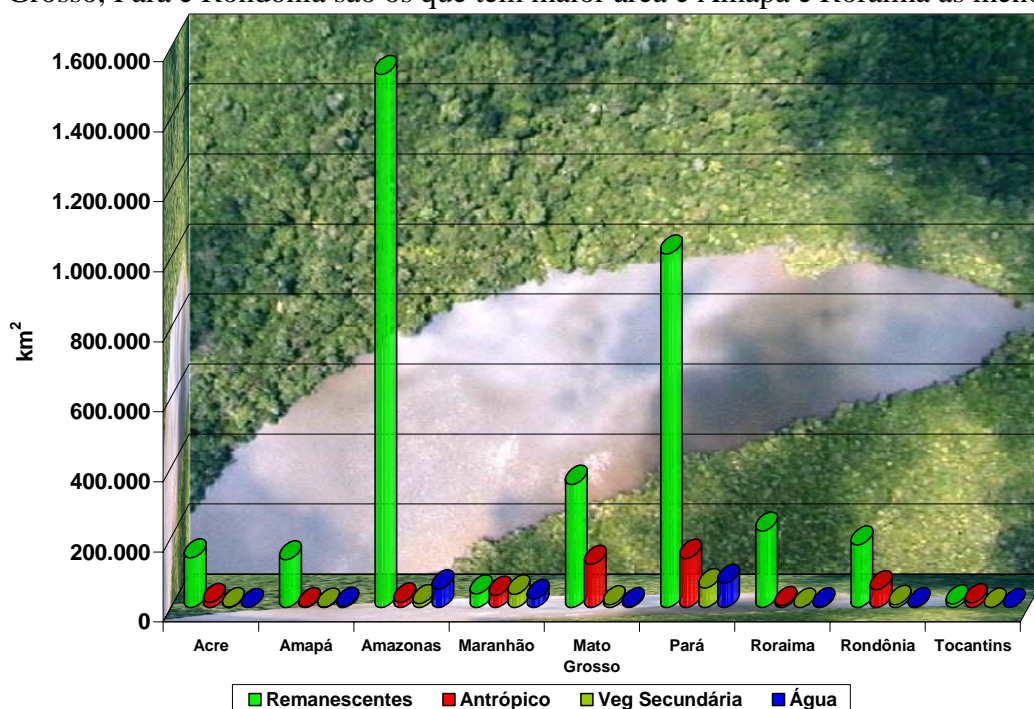


Figura 7. Distribuição das Regiões Fitoecológicas, nos Estados, dentro do Bioma Amazônia.

Os dados divulgados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, como parte do projeto PRODES, para o ano 2002, apresentou valores compatíveis com os obtidos pelo PROBIO, tanto para os remanescentes como para a área antrópica (Figuras 8 e 9).

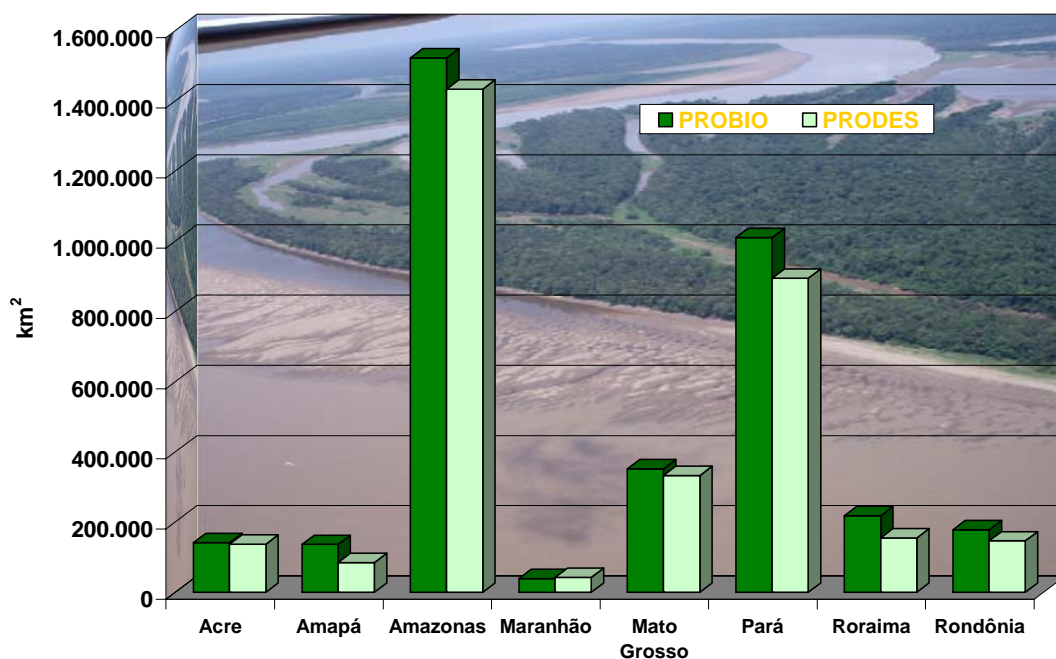


Figura 8. Comparação entre Prodes e Probio para a área de remanescentes, nos Estados, dentro do Bioma Amazônia.

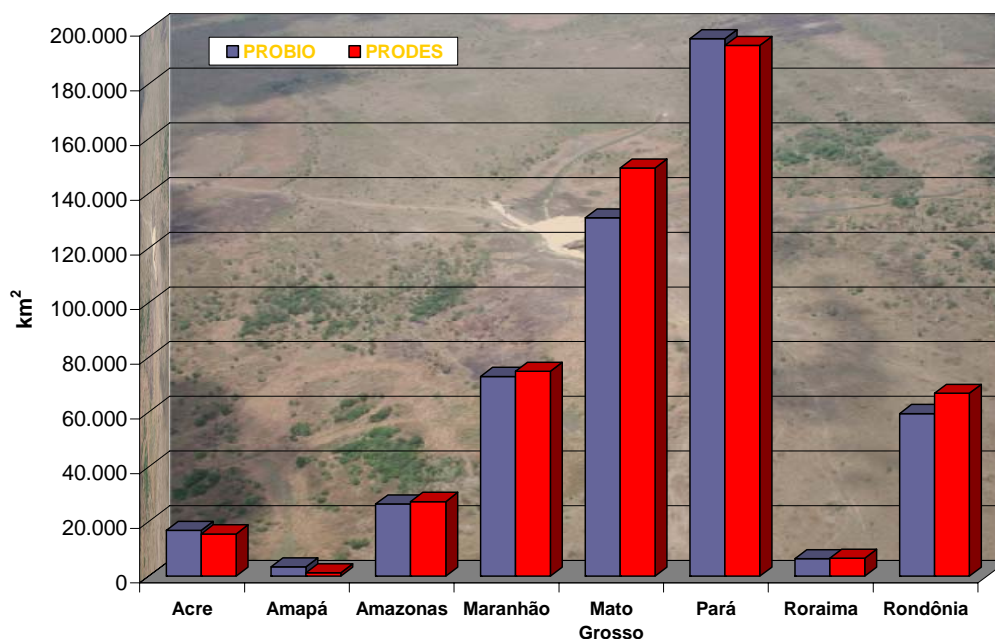


Figura 9. Comparação entre Prodes e Probio para a área antrópica, nos Estados, dentro do Bioma Amazônia.

Verifica-se uma pequena diferença entre as áreas do PRODES e do PROBIO e ocorre porque a área mapeada do Bioma Amazônia é diferente da área da Amazônia Legal. Além disso, há diferenças entre os dados de antropismo e remanescentes nas áreas comuns aos dois projetos, devido à metodologia utilizada em cada um. O PRODES visa o mapeamento de antropismo sobre fitofisionomias florestadas, enquanto que o PROBIO visa o mapeamento de uso e cobertura, independente da fitofisionomia. Assim, no PROBIO, foram mapeados os antropismos existentes nas fitofisionomias não florestadas também. O PRODES não observa Vegetação Secundária, e esta foi observada no PROBIO.

Conclusão

A análise do Bioma indica uma área antropizada total de 9,3% da área do Bioma (400.000 km²), porém com uma distribuição concentrada nos Estados do Pará, Mato Grosso, Rondônia e Maranhão. É importante observar que a área antropizada representa 24% da área total de lavouras e pastagens no país.

Acreditamos que a utilização racional desta área, com atividades econômicas e técnicas de manejo adequadas, pode fixar a atividade humana nas áreas já convertidas, evitando a expansão da fronteira de agrícola. Para suportar um projeto sustentável para a região é fundamental conhecer a estrutura produtiva e determinar as aptidões agro-pastoris para as áreas já antropizadas.

Agradecimentos

Agradecemos ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) pela possibilidade de participar dos trabalhos da iniciativa "Levantamento dos remanescentes da cobertura vegetal dos biomas brasileiros", sob a coordenação deste Ministério, dentro do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), financiado pelo Fundo Mundial para o Meio Ambiente (GEF), via Banco Mundial e pelo Tesouro Nacional, em parceria com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e que está sendo responsável pelo mapeamento dos 6 biomas brasileiros: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Pantanal, Mata Atlântica e Campos Sulinos.

Referências

- Câmara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M.F.; Garrido, J. Spring: integrating remote sensing and gis by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics** 20(3): 395-403 (1996)
- Everitt, J. H.; Escobar, D. E.; Noriega, J. A. High resolution multispectral video system. **Geocarto international**, v.6, n.4, p.45-51, 1991.
- IBGE**. Mapa de Biomas do Brasil. **Escala 1:5.000.000. 2004.**
- Kuchler, A W. A physiognomic and structural analysis of vegetation. In: Kuchler, A W.; Zonneveld, I. S. ed. **Vegetation mapping**. Dordrecht: Kluwer, 1988. p.37-50.
- Lillesand, T. M.; Kiefer, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. 3.ed. New York: John Wiley & Sons, 1994. 750 p.
- Nixon, P. R.; Escobar, D. E.; Menges, R. M. A multiband video system for quick assessment of vegetal condition and discrimination of plant species. **Remote sensing of environment**, v.17, p.203-208, 1985.
- Rydén, A. Approaches to practical remote sensing for environmental studies:experiences from a case study in Swaziland and southern Mozambique. **ITC Journal**, n.2, p.136-145, 1997
- Steffen, C. A., Hess, L., Holt, J. O Experimento DIGICAM. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 9., 1998, Santos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2006. Artigos, p. 1227-1332. CD-ROM.
- Veloso, H. P., Rangel Filho, A. L., Lima, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p.