

## Análise Multitemporal da Bacia do Rio Formoso, 1989 – 2005

Hugo Teruya Junior<sup>1</sup>  
Giancarlo Lastoria<sup>1</sup>  
Liliane Candida Corrêa<sup>1</sup>  
Erika Silva Moreira<sup>1</sup>  
Thais Gisele Torres<sup>2</sup>  
Antonio Conceição Paranhos Filho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS  
Caixa Postal 549 - 79070-900 - Campo Grande - MS, Brasil  
teruyajunior@gmail.com; lastoria@nin.ufms.br; lilycorrea@gmail.com;  
engenhariaambiental@gmail.com; paranhos@nin.ufms.br

<sup>2</sup> Ministério Público do Estado de Mato Grosso do Sul -  
Procuradoria Geral de Justiça  
Núcleo de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto  
R.: Pres. Manoel Ferraz de C. Sales, 214 – 79031-907 – Campo Grande – MS, Brasil  
thaisgisele\_torres@mp.ms.gov.br

**Abstract.** The utilization of satellite images to characterize the land use and occupation has been an important tool in environmental studies, showing satisfactory results, saving money and resources. This paper presents a multitemporal analysis held at the Formoso River Basin, sub-basin of Miranda River (Alto Paraguai Basin). The Formoso river basin contains Bonito city, a major tourist city in the state of Mato Grosso do Sul. In this work have been used Landsat TM images, 226-075 (path-row), from 1989 and 2005, classified in supervised automatic mode, in the Erdas Image 9.1 software, employing the classification keys discussed by Paranhos Filho (2000). To these keys validation and adaptation to the study area, has been conducted a field control work in the drum of 2006. The results showed that the region has the farming areas increased. In 1989 farm activities occupied 34% of the total basin area (approximately 136,000 hectares), reaching approximately 57% in 2005. In the same period of time, the areas of forests and cerrado of the basin fall from 62% to 40%. The methodology used proved to be applicable to region, reaching given the expectations on the number of classes that may be separated.

**Palavras-chave:** remote sensing, image processing, Landsat TM, sensoriamento remoto, processamento de imagens, Landsat TM.

### 1. Introdução

A ocupação antrópica desorganizada acarreta modificações da vegetação nativa e prejuízo ao *habitat* natural com o desmatamento exacerbado, queimadas e mau uso do solo. Corroborando Carrijo (2005), atualmente é inquestionável a necessidade de manutenção dos ambientes naturais, principalmente o cerrado do Mato Grosso do Sul.

Entre os meios disponíveis para o planejamento e monitoramento dessas áreas, a análise e interpretação de imagens de satélites é uma técnica eficaz para a avaliação ambiental, podendo ser resumida na obtenção de dados sobre uma área da superfície através de sua resposta em diferentes canais individuais – bandas (Andrade *et al.*, 1998).

Neste trabalho foram empregadas imagens do satélite Landsat, sensor TM, de 1989 e 2005 da área de estudo. A escolha da imagem Landsat TM, com seis bandas multiespectrais (visível, infravermelhos próximo, médio e distante) se deve a sua já consagrada capacidade de reconhecimento dos diferentes tipos de cobertura e também pela sua disponibilidade no acervo do Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais da UFMS.

## 2. Objetivos

Este trabalho tem o objetivo de realizar a análise multitemporal na Bacia do Rio Formoso, utilizando imagens Landsat TM de 1989 e 2005, tendo como base as chaves de interpretação proposta por Paranhos Filho (2000), observações em campo e a legenda de cobertura CORINE.

## 3. Área de estudo

A área de estudo é a Bacia Hidrográfica do Rio Formoso – BHRF (Figura 1), uma das sub-bacias do Rio Miranda, localizada entre as coordenadas, UTM *datum* Córrego Alegre, 525.160/582.040mE e 7.686.435/7.629.790mN.

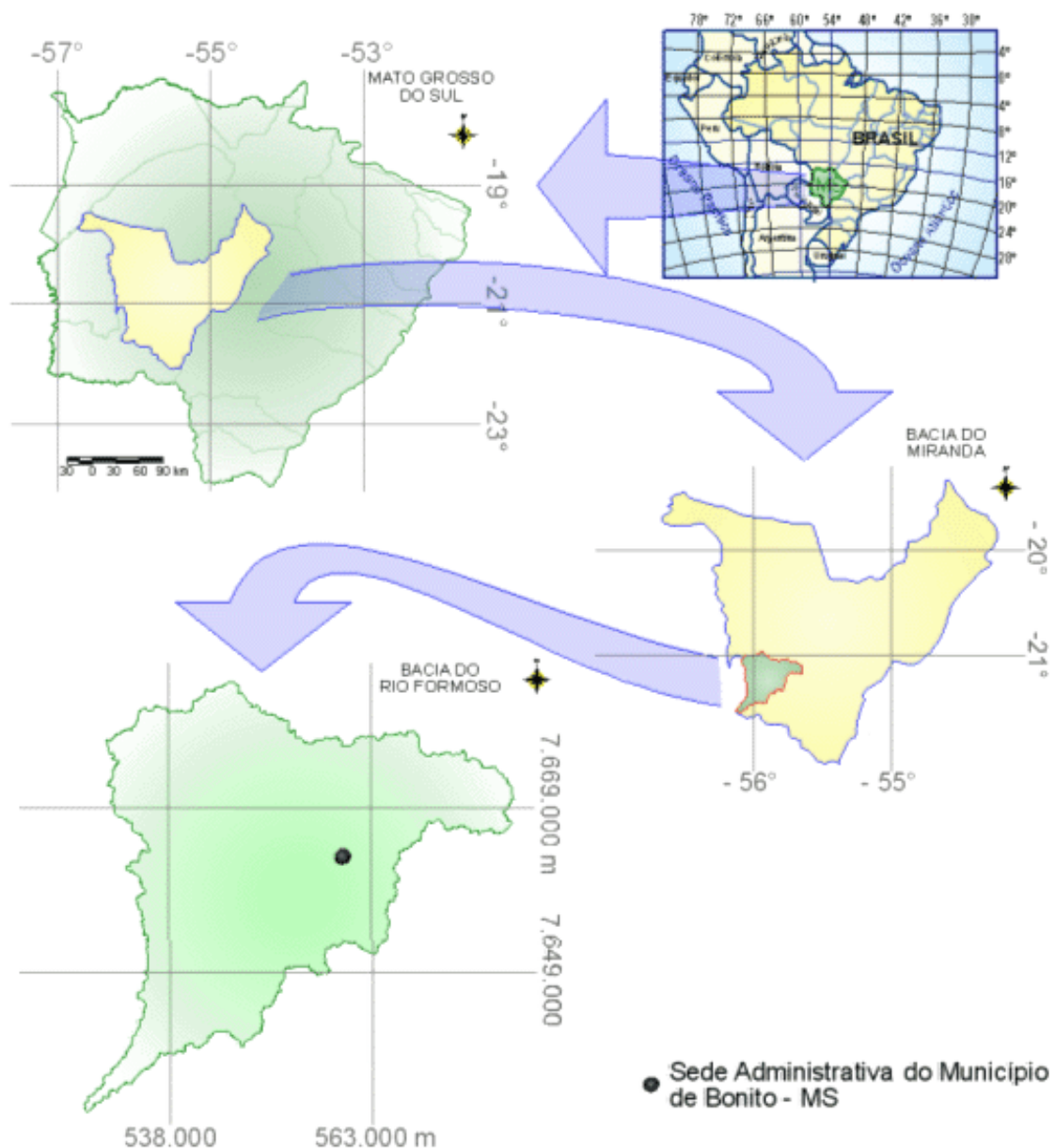


Figura 1. Localização da Área de Estudo (Bacia Hidrográfica do Rio Formoso).

Na parte central da BHRF encontra-se a sede administrativa do Município de Bonito, cidade de assumida vocação turística com belezas naturais já divulgadas a muito pelos meios de comunicação (PMB, 2007). Sua distância rodoviária a capital do Estado, Campo Grande, é de aproximadamente 300Km.

A Bacia do Rio Formoso constitui um sistema hidrológico único associado com rochas calcárias e incluem rios subterrâneos, sumidouros de água e ressurgências (GEF, 2007). Seu principal rio, que dá o nome à bacia, cobre uma área de drenagem de aproximadamente 136.000 hectares e é parte do Complexo da Serra da Bodoquena.

Contribui para a importância ambiental o fato dessa área estar ligada a várias Unidades de Conservação – como o Parque Nacional da Serra da Bodoquena, o Monumento Nacional do Rio Formoso, a Gruta da Lagoa Azul – além de diversas Reservas Naturais de Patrimônio Nacional - RPPN's.

#### 4. Metodologia de Trabalho

As duas imagens classificadas nesse trabalho podem ser vistas na Figura 2, em composição falsa cor RGB 453. A esquerda é mostrada a imagem de 1989, dando destaque ao quadrante nordeste sobre o qual está a Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, com o limite em amarelo. À direita, da mesma figura, é apresentado a imagem de 2005.

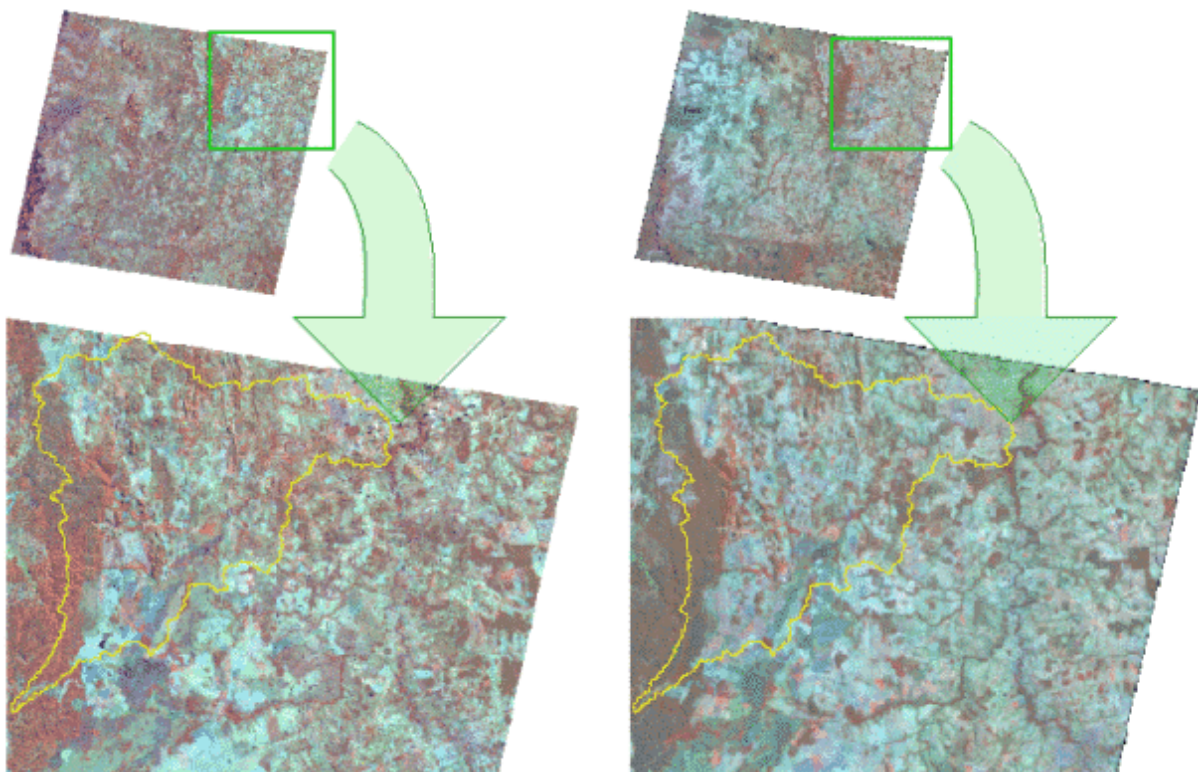


Figura 2. A esquerda é mostrada a imagem Landsat TM de 1989, com destaque ao quadrante nordeste sobre o qual esta o limite da Bacia do Rio Formoso, em amarelo. O mesmo vale para a imagem de 2005, a direita na figura.

A classificação adotada nas imagens acima foi a automática supervisionada (algoritmo máxima verossimilhança), executada no aplicativo Erdas Imagine 9.1 (ERDAS, 1999). Nesse tipo de classificação o usuário “treina” o sistema à reconhecer as feições de interesse, através da seleção de áreas piloto que representem bem um determinado tipo de cobertura. Com o fornecimento dos exemplos de cada uma das áreas de interesse na imagem o programa passa a ter um “roll” de classes para enquadrar todo o restante da imagem, comparando a resposta espectral de cada *pixel* com os exemplos escolhidos segundo critérios estatísticos. Para a seleção das áreas de treinamento foi tomado como base as chaves de classificação discutidas por Paranhos Filho (2000). Posteriormente essas chaves foram validadas e adaptadas para a BHRF por meio do controle de campo, efetuado em meados de 2006. Os pontos de controle

levantados para a identificação da cobertura e controle do georreferenciamento da imagem podem ser vistos na Figura 3.

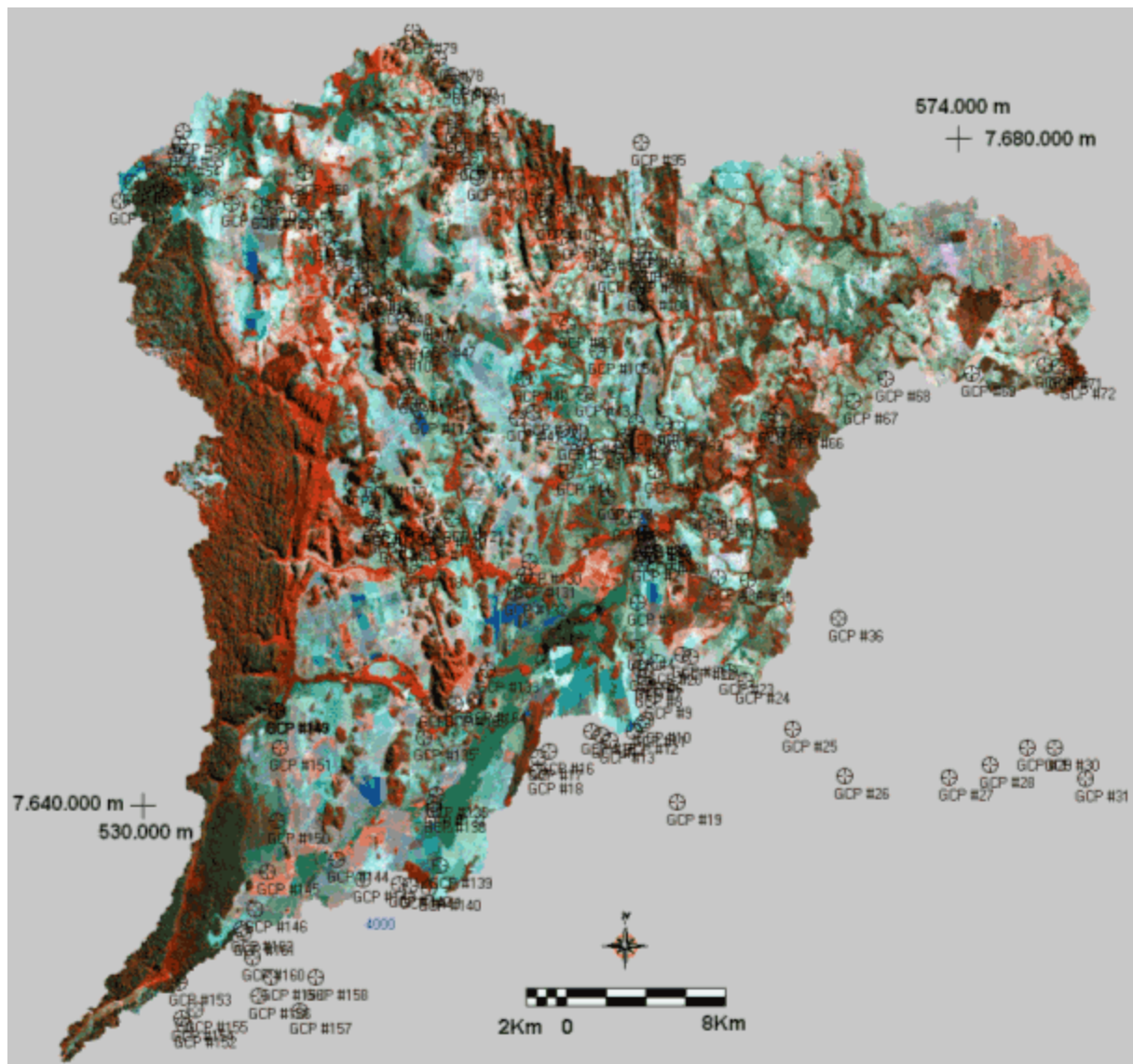


Figura 3. Pontos de controle de campo efetuados em 2006 na Bacia do Rio Formoso, locados sobre a imagem Landsat de 2005.

A legenda utilizada nas cartas de cobertura do solo elaborada a partir da imagem de 1989 e 2005 é do Projeto CORINE (Heymann et al., 1984; CORINE, 1992; Paranhos Filho, 2000). As classes CORINE identificadas são apresentadas na Tabela 1.

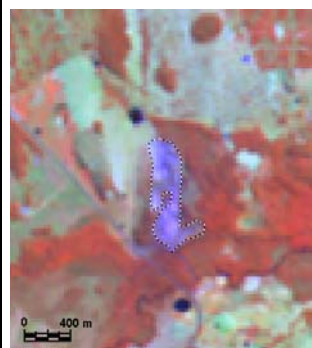
Tabela 1. Classes de cobertura de solo do Projeto CORINE identificadas no mapeamento de cobertura na Bacia do Formoso.

Nível I	Nível II	Nível III
1. Superfícies Artificiais	1.1. Padrão Urbano Indistinto	1.1.2 Padrão urbano descontínuo
	1.3. Mina, depósito de lixo e local de construção.	1.3.1. Local de extração mineral
2. Áreas agropecuárias	2.1. Terra Agricultável	2.1.1. Área arável não irrigada
	2.3. Pasto	2.3.1. Pastagens
3. Áreas com vegetação natural e seminaturais	3.1. Formações Florestais	3.1.1. Classe constituída por mata e cerradão, fisionomias florestais.
	3.2. Formações savânicas e/ou campestres	3.2.2. Cerrado
4. Zonas úmidas	4.1. Zonas úmidas continentais	4.1.1. Áreas úmidas
5. Corpos aquosos	5.1. Águas continentais	5.1.1. Cursos de água
		5.1.2. Corpos de água

Os quadros, citadas na última coluna da tabela, foram construídos considerando as chaves de cobertura base, o controle de campo e a legenda CORINE. Como exemplo destas mostramos abaixo as Figuras 3 (quadro 02) e 4 (quadro 05).

### 1.3.1. Extração Mineral

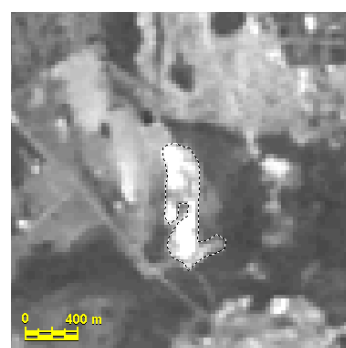
Áreas de extração de material mineral a céu aberto (calcário neste caso - lavra a céu aberto). Estão compreendidos os edifícios e instalações associadas.



Interpretação na composição RGB 453, Landsat TM, agosto de 2005 (LANDSAT TM, 2005)



Mesma área, interpretação na composição RGB 752, Landsat TM, agosto de 2005 (LANDSAT TM, 2005).



Mesma área, interpretação sobre a banda 3, Landsat TM, agosto de 2005 (LANDSAT TM, 2005).



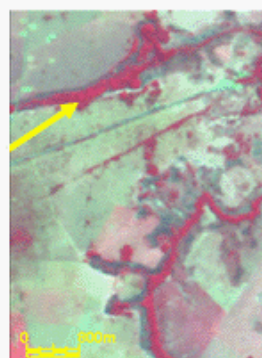
Mesma mina de calcário vista do solo.

Figura 4. Classe de Cobertura do solo 1.3.1 – Extração Mineral.

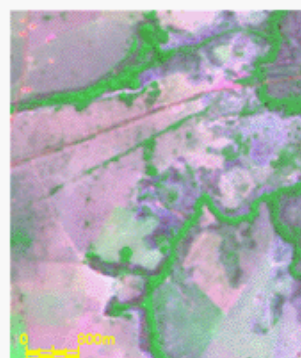
### 3.1.1. Matas

Esta classe é constituída por matas e cerradão conforme as fitofisionomias descritas por Ribeiro e Walter (1998).

Engloba os vários tipos de fitofisionomias arbóreas, como Matas Ciliares e de Galeria, Mata Seca, Mata Verde e Cerradão (Ribeiro e Walter, 1998).

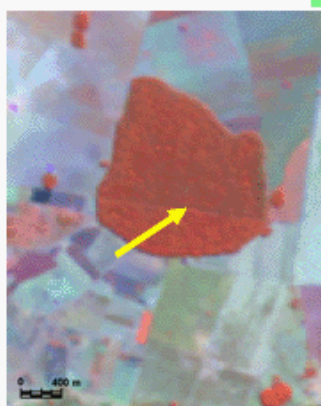


a. Mata na composição RGB 432, Landsat TM, agosto de 2005.



b. Mesma área "a" na composição RGB 345, Landsat TM, agosto de 2005.

c. Mata na composição RGB 453, Landsat TM, agosto de 2005.



d. Mesma área "c" na composição RGB 752, Landsat TM, agosto de 2005.



c. Na foto, a área de "c" e "d" em campo.

Figura 5 – Classe de Cobertura do Solo 3.1.1 – Matas.

## 5. Resultados

A Figura 5 mostra a classificação das imagens com o resultado porcentual e numérico das classes identificadas logo abaixo. A esquerda encontra-se o resultado da classificação para o ano de 1989 e da direita para 2005.

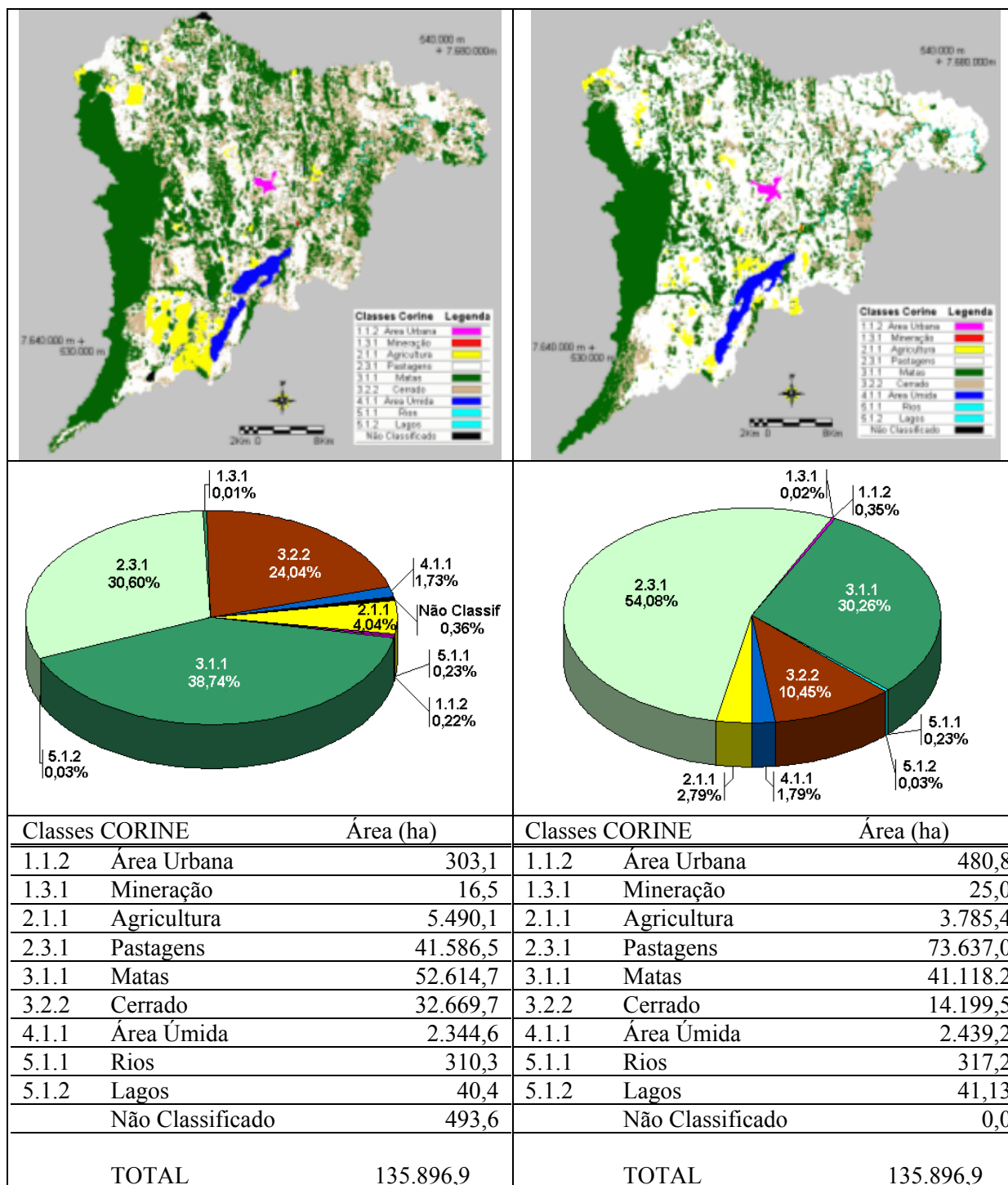


Figura 5: Valores das diferentes classes CORINE para a Bacia do Rio Formoso para 1989 e 2005.

## 6. Conclusões

Os números demonstram que de 1989 à 2005 houve aumento na quantidade de área destinada à agropecuária, sendo que no último ano analisado há o predomínio sobre as demais classes. A grande área verde na borda esquerda da bacia, que aparece nos dois anos analisados, refere-se ao Parque Municipal da Serra da Bodoquena. Além do aspecto legal contribuiu também para sua conservação a dificuldade ao acesso devido a sua declividade acentuada.

A metodologia utilizada mostrou-se aplicável a região, atendendo as expectativas sobre o número de classes possíveis de serem separadas.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao projeto GEF (Global Environment Facilities) Rio Formoso que disponibilizou os recursos para a realização do levantamento em campo de 2006.

### **Referências Bibliográficas**

Andrade, N.S. de O.; Araújo, L.S.; Numata, I. Valério Filho, M. Estudo da dinâmica da cobertura vegetal e uso de terra na região de Ji-Paraná/RO. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 9, 1998, Santos. Anais... São José dos Campos: INPE, 1998. Artigos, p. 89-98. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00015-3. Disponível em: <[http://mar.te.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.09.14.39/doc/4\\_64p.pdf](http://mar.te.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.09.14.39/doc/4_64p.pdf)>. Acesso em: 28 out. 2007.

Carrijo, M.G.G. Análise da Vulnerabilidade Ambiental: o caso do Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari – MS. 2005. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande. 2005.

Corine. Corine Land Cover. 1992. CORINE – Coordination of Information on the environment. Comm of European Communities, Bruxelas. 1992.

ERDAS, Inc. Erdas Imagine 8.4. LEICA Geosystems Geospatial Imagine, LCC. Atlanta – Geórgia. 2006. CD-ROM

GEF. Rio Formoso. GEF - Global Environment Facility. 2007. Disponível em <<http://www.gefrioformoso.org.br/>>. Último acesso em 30 de nov de 2007.

Heymann Y.; Steenmans C.; Croisille G. & Bossard M. Corine Land Cover Project – Technical Guide. European Commission, Directorate General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, ECSC-EEC-EAEC, Brussels – Luxembourg, 1994.

Landsat TM. Imagem de satélite. 1989. Canais 1,2,3,4,5 e 7. Órbita/Ponto: 226/075.

Landsat TM. Imagem de satélite. 2005. Canais 1,2,3,4,5 e 7. Órbita/Ponto: 226/075.

Paranhos Filho, A. C. Análise Geo-Ambiental Multitemporal: O estudo de Caso da Região de Coxim e Bacia do Taquarizinho. 2000. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2000.

PMB. Prefeitura Municipal de Bonito. O Sistema Turístico de Bonito – MS. 2007. Disponível em: <<http://www.portalpublicobonitoms.com.br/arquivos/artigos/Sobre%20Bonito.doc>>. Último acesso em: 4 de jan de 2008.