

**PAULO ROBERTO ZANETTI**

**ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS  
MARGENS DO  
RIO DAS MORTES NA REGIÃO DE BARBACENA.**

**GEOPROCESSAMENTO 2003  
V CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO**



**DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
UFMG**

**PAULO ROBERTO ZANETTI**

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO A ANÁLISES  
DE DISTRIBUIÇÃO DE IMPOSTOS E ÍNDICE DE  
QUALIDADE DE VIDA**

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geoprocessamento, Departamento de Cartografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de especialista em Geoprocessamento.

Orientador: Prof. Luciano Vieira Dutra

**BELO HORIZONTE  
2003**

ZANETTI, Paulo Roberto.

Análise do uso e Ocupação do Solo nas Margens do Rio das Mortes na Região de Barbacena. Belo Horizonte, 2003. N.p. 30

Monografia (Especialização). Universidade Federal de Minas Gerais.

1- Imagens LANDSAT. 2- Mapeamento do uso do solo nas margens do Rio das Mortes.

Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Departamento de Cartografia.

## **Agradecimentos**

A Deus, por me iluminar nas realizações de meus objetivos.

Aos colegas, pela ajuda e boa vontade durante a realização do curso e no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Instituto Rio Limpo, por colocar a disposição seus arquivos sobre o Rio das Mortes.

A meus familiares que me incentivaram e apoiaram na realização desta especialização.

Aos irmãos, monitores e amigos, Charles e Christian, pois sem eles este curso seria muito mais difícil.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram.

## **Resumo**

Este trabalho teve como objetivo analisar o uso e ocupação do solo na região de Barbacena e para seu desenvolvimento foram usadas imagens de satélite com datas diferentes. As imagens foram trabalhadas e posteriormente classificadas, separando-se os campos, matas e manchas urbanas e solo exposto.

Como resultado obteve-se uma visualização das transformações ocorridas na vegetação às margens do rio, no período de 1990 a 2001 e este produto poderá ajudar na preservação das matas nas margens do rio, que é responsável por 70% do abastecimento de água da cidade de Barbacena. .

## **Abstract**

This work had as objective the analysis of the land use and cover of Barbacena's region, and for its development were used images of satellite with different dates. The images were first georeferenced and later classified, separating the fields, woods and urban stains exposed grounds.

As result, a visualization were obtained of the transformation occurred in the river bank vegetation between 1990 and 2001, this study can help the preservation of the woods at the river bank, because this river is the responsible for 70% of the water supply in Barbacena city.

<b>Sumário</b>	<b>Página</b>
Agradecimentos	04
Resumo	05
Abstract	06
Sumário	07
Lista de Figuras	08
Lista de Tabelas	09
1 – Introdução	10
2 – Objetivos	13
3 – Características da área de estudo	14
4 – Materiais e Métodos	17
4.1 – Materiais	17
4.1.1- Base de Dados	17
4.1.2 - Software	18
4.2- Métodos	19
4.2.1- Registro de Imagens	22
4.2.2- Classificação das Imagens	24
5 – Resultados e Conclusões	26
6 – Referências Bibliográficas	35

## Lista de Figuras

Figura 01 - Vista aérea do centro de Barbacena-MG

Figura 02 – Localização de Barbacena

Figura 03 - Bacia do Rio das Mortes

Figura 04 - Rio das Mortes a jusante da Usina de Ilhéus

Figura 05 - Rio das Mortes a montante da Usina de Ilhéus

Figura 06 – Imagem de satélite LANDSAT de 10/09/2001, (composição 3B4G5R, realçada).

Figura 07 – Imagem de satélite LANDSAT de 28/03/1990, (composição 3B4G5R, realçada).

Figura 08 – Áreas que eram matas em 1990 e deixaram de ser em 2001. (Método Max-Ver).

Figura 09 - Áreas que eram matas em 1990 e deixaram de ser em 2001. (Método Bhattacharya).

Figura 10 – Imagem classificada do uso e ocupação do solo na região de Barbacena em 1990 – método Max-Ver

Figura 11 – Imagem de classificada do uso e ocupação do solo na região de Barbacena em 2001 com destaque na área de estudos – método Max-Ver

Figura 12 – Imagem classificada do uso e ocupação do solo na região de Barbacena em 1990 com destaque na área de estudos – método Bhattacharya

Figura 13 – Imagem classificada do uso e ocupação do solo na região de Barbacena em 2001 com destaque na área de estudos – método Bhattacharya

Figura 14- Área de estudo classificada por Max-Ver – 1990

Figura 15- Área de estudo classificada por Max-Ver – 2001

Figura 16- Área de estudo classificada por Bhattacharya - 1990

Figura 17- Área de estudo classificada por Bhattacharya - 2001



## **Lista de Tabelas**

Tabela 01 – Dados coletados em campo

Tabela 02 - Resultado das análises do uso e ocupação do solo nas margens do Rio das Mortes

Tabela 03 – Média das áreas na classificação do solo, pelos dois métodos, em 1990

Tabela 04 – Média das áreas na classificação do solo, pelos dois métodos, em 2001

## 1 – Introdução



Fig 01: - Vista aérea do centro de Barbacena-MG

Na cabeceira do Rio das Mortes localizava-se uma aldeia de índios Puris, oriundos da nação Tupi, primeiros habitantes da região. Portugueses e paulistas ali estabeleceram, dedicando-se a princípio à mineração e depois à lavoura e criação de gado. Esta aldeia, nos tempos coloniais, passou a chamar-se Arraial da Nossa Senhora da Borda do Campolide.

A Fazenda da Borda do Campo, localizada no Município de Antônio Carlos, foi o primeiro núcleo de povoação que deu origem à cidade de Barbacena. A comunidade cristã “Freguesia de Nossa Senhora da Piedade da Borda do Campo”, criada em 1725, funcionou na sede provisória da Capela da Borda do Campo até 1730, data em que passou a Matriz a Capela de Nossa Senhora do Pilar do Registro Velho.

Em 1728 foi escolhido o sítio da nova igreja, atual Matriz de Barbacena, que foi concluída em 1764. A Matriz foi logo cercada de construções e casas. Aos poucos se formou ao seu redor o Arraial da Igreja Nova, com localização vantajosa para o comércio pois ficava no entroncamento do Caminho Novo com o Velho. Estes

caminhos colocavam Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso em comunicação com o Rio de Janeiro.

As tropas cruzavam por estes caminhos diariamente, fazendo pouso no Arraial da Igreja Nova. Isso fez com que mais tarde o arraial fosse elevado à categoria de Vila pelo Governador da Capitania, o Visconde de Barbacena, o qual conferiu-lhe o seu título nobiliárquico que prevaleceu quando foi transformada de Vila em Cidade, em 09 de março de 1840, passando a ser chamada de “ mui nobre e leal cidade de Barbacena” (fig. 01). Este título foi-lhe conferido em virtude de sua participação na Guerra da Independência. Em Barbacena foi impresso o “Manifesto dos Mineiros” contra o continuísmo do Estado Novo.

Barbacena foi lembrada como possível local para a capital de Minas Gerais e participou da definição da sucessora de Ouro Preto. Coube ao presidente do congresso, o barbacenense Crispim Jacques Bias Fortes, declarar promulgada a lei que fixou o ponto onde seria edificada a futura capital.

No episódio da Inconfidência Mineira não foi menor a influência da cidade. Entre os 24 Inconfidentes, vários eram barbacenenses e outros estavam radicados na cidade. Talvez por isso tenha sido escolhida para receber uma parte do corpo esquartejado de Tiradentes, seu braço direito, como advertência aos que revoltassem contra o governo.

Barbacena está localizada no alto da Serra da Mantiqueira , a 1.160m de altitude. É a porta de entrada da Minas histórica, onde o barroco começa nas obras arquitetônicas do século XVIII. A partir da cidade é fácil o acesso às demais, onde predomina a arte barroca: Tiradentes, São João Del Rei, Congonhas, Ouro Preto e Mariana.

Integra a meso-região do Centro-Leste Mineiro ( Zona das Vertentes ) na micro-região de Campos da Mantiqueira tendo as coordenadas 21° 13’ 30” de latitude Sul e 42° 46’ 40” de longitude oeste, sua área compreende a 717 Km<sup>2</sup>, com uma população estimada em 118.492 habitantes, situando-se em uma região de planaltos, onde surgem as serras da Conceição de Ibitipoca, do Sapateiro e da Mantiqueira. É ligada aos principais pólos econômicos e culturais da região Centro-Sul do país, através das rodovias federais BR

040 e BR 265, e das rodovias estaduais MG 135, MG338 e MG 447, de malha ferroviária e um aeroporto mantido pela Aeronáutica, aberto a aviação comercial e militar.

O município é constituído de 12 distritos, entre eles o de Pinheiro Grosso, local onde nasce o Rio das mortes.

Seus limites são:

Ao Norte: Alfredo Vasconcelos, Ressaquinha, Barroso, Dolores de Campos, Carandaí e Prados; ao Sul: Ibertioga e Antônio Carlos; a Leste: Desterro do Melo, Santa Bárbara do Tugúrio e Oliveira fortes; a Oeste: São João Del Rei (fig. 02).



Fig.:02 – Localização de Barbacena

Sendo Barbacena uma cidade pobre em recursos hídricos, tendo como principal fonte de abastecimento de água o Rio das Mortes que hoje sofre com o desmatamento de suas margens, é de suma importância que se faça o mapeamento do uso e ocupação do solo para que se possa fazer um controle ambiental em suas margens e para tal controle o geoprocessamento tem papel fundamental, pois com ele podemos monitorar e controlar periodicamente as mudanças ocorridas e assim estudar o impacto causado na hidrografia.

## **2 - Objetivos**

### **Geral:**

Este trabalho objetiva analisar o uso do solo nas margens do Rio das Mortes, na região de Barbacena, auxiliado por imagens de satélite de períodos diferentes ( 1990 e 2001). Através destas imagens de satélite e utilizando técnicas de classificação padrão, será feito a comparação das alterações ocorridas na ocupação do solo no período dos 11 anos de intervalo entre uma imagem e a outra.

### **Específico:**

- 1- Identificação das áreas degradadas analisando dois momentos principais com imagens de satélite LANDSAT dos anos de 1990 e 2001.
- 2- Através do comparativo entre imagens antigas (1990) e mais recentes (2001), mensurar a área desmatada no período, fazendo projeção para o futuro do que poderá ocorrer na área de estudos se não houver um interesse das autoridades em preservá-la.

### 3 - Características da área de estudo

## BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS MORTES

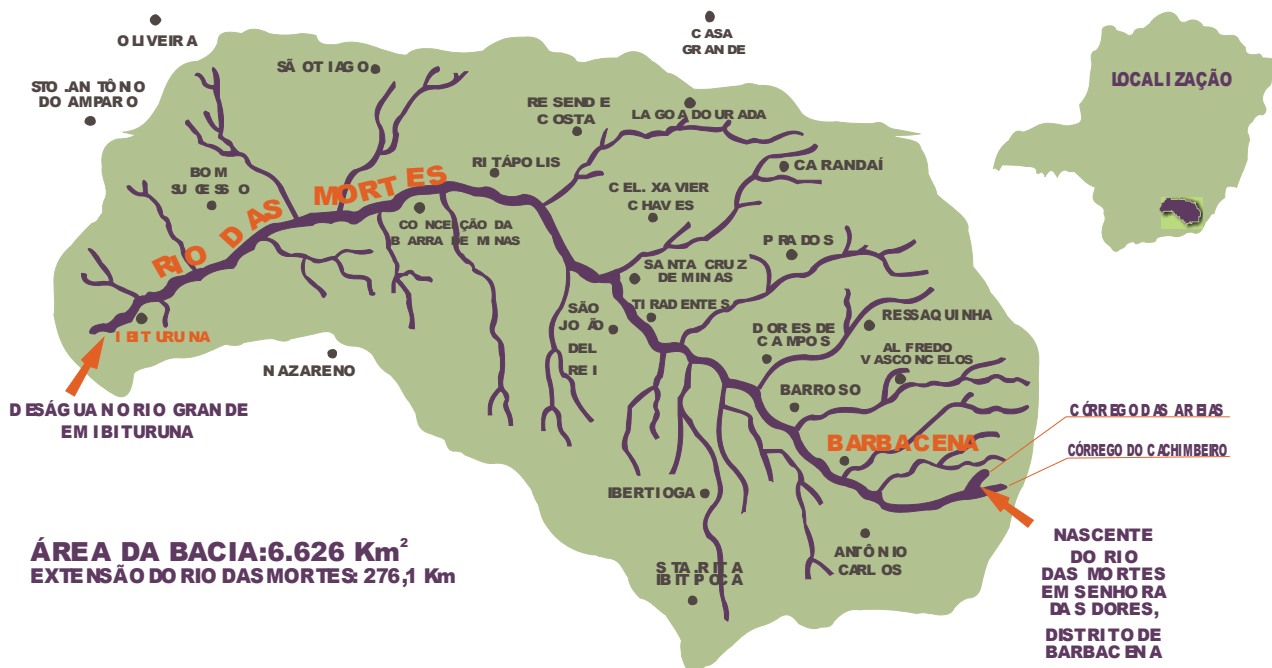


Fig 03: Bacia do Rio das Mortes

Os limites do município de Barbacena fazem parte da bacia hidrográfica do Paraná e são banhadas por afluentes do Rio Grande, os rios Elvas e Mortes (fig.03). Definitivamente, este é o aspecto mais pobre da geografia barbacenense, muito desprovida de recursos fluviais. Por isso a preocupação em realizar este trabalho de uso e ocupação da solo nas margens do Rio das Mortes, pois ele é a maior fonte de abastecimento de água da população (cerca de 70% do abastecimento) e atualmente estamos assistindo a sua “morte”. O principal rio da região é também um dos mais poluídos, com suas águas comprometidas por dejetos de todo tipo, como lixo urbano, esgotos, efluentes industriais, resíduos de agrotóxicos, etc.



Fig: 04: - Rio das Mortes à jusante da Usina de Ilhéus

Em grande parte de sua extensão a mata ciliar, tão importante na preservação do assoreamento, praticamente não existe (figs.04 e 05). Como consequência vemos contaminação de suas águas, mortandade de peixes, desequilíbrio ecológico, lixo, paisagens degradadas e cheias naturais transformados em catástrofes.

O desmatamento e a poluição atinge também seus afluentes, e conseqüentemente suas vazões são reduzidas, levando a crer que municípios como Barbacena, São João Del Rei, Barroso, Tiradentes, dentre outros terão como fonte de abastecimento de suas populações, num curto intervalo de tempo, somente o Rio das Mortes se nenhuma providência for tomada.



Fig 05: - Rio das Mortes a montante da Usina de Ilhéus

O Rio das Mortes que tem sua nascente localizada no distrito barbacenense de Senhora das Dores e desagua na cidade de Ibituruna, no Rio Grande, é tão importante para a região ao ponto de Barbacena ter energia elétrica própria com a construção de uma das primeiras usinas hidroelétricas do país, a Usina de Ilhéus. Sua obra iniciou-se em 1906 e teve a primeira de suas quatro turbinas entrando em funcionamento em 1916, a segunda em 1924, a terceira em 1940 e a última em 1954, com seu maquinário europeu, era capaz de abastecer a demanda urbana de sua época em nível residencial , além das fábricas e do comércio.

A justificativa deste trabalho é a criação de uma forma de análise do uso e ocupação do terra numa faixa de até cento e cinquenta metros nas margens de ambos os lados do Rio das Mortes, na região de Barbacena, com auxílio de imagens de satélite LANDSAT, com datas diferentes (1990 e 2001), com resolução de trinta metros e usando Software SPRING, para assim chegar a uma melhor visualização das alterações ocorridas no uso do solo ao longo desses anos.



## 4 – Materiais e Métodos

### 4.1 – Materiais

#### 4.1.1 – Base de Dados

Foram utilizadas imagens de satélites **LANDSAT**, adquiridas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, da órbita - ponto 217 – 75 com as datas de 28/03/1990 e 10/09/2001 distribuídas em CD-ROM (figs. 06 e 07). Usou-se também um mapa hidrográfico de Minas Gerais, fornecido pelo GEOMINAS, para localização do trajeto do Rio das Mortes na região dos estudos.



Fig.06: - Imagem de satélite LANDSAT de 10/09/2001  
(composição 3B4G5R realçada)

#### 4.1.2 - Software

Foi escolhido para confecção deste trabalho o software **SPRING** (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), por ser um software livre, em português, desenvolvido pelo INPE ( Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), que oferece bons recursos para analisar o uso e ocupação do solo, podendo ser adquirido pela Internet no e-mail: [www.dpi.inpi.br/spring](http://www.dpi.inpi.br/spring).

O sistema **SPRING** constitui-se de quatro aplicativos ou programas executáveis que são:

**SPRING** – Programa principal do sistema onde serão modelados e processados os dados.

**Impima** – Programa utilizado para leitura de imagens e conversão para o formato GRIB.

**Scarta** – Programa que permite a elaboração de cartas a partir de dados previamente tratados no programa **SPRING**.

**Iplot** – Programa utilizado para a impressão do produto final.

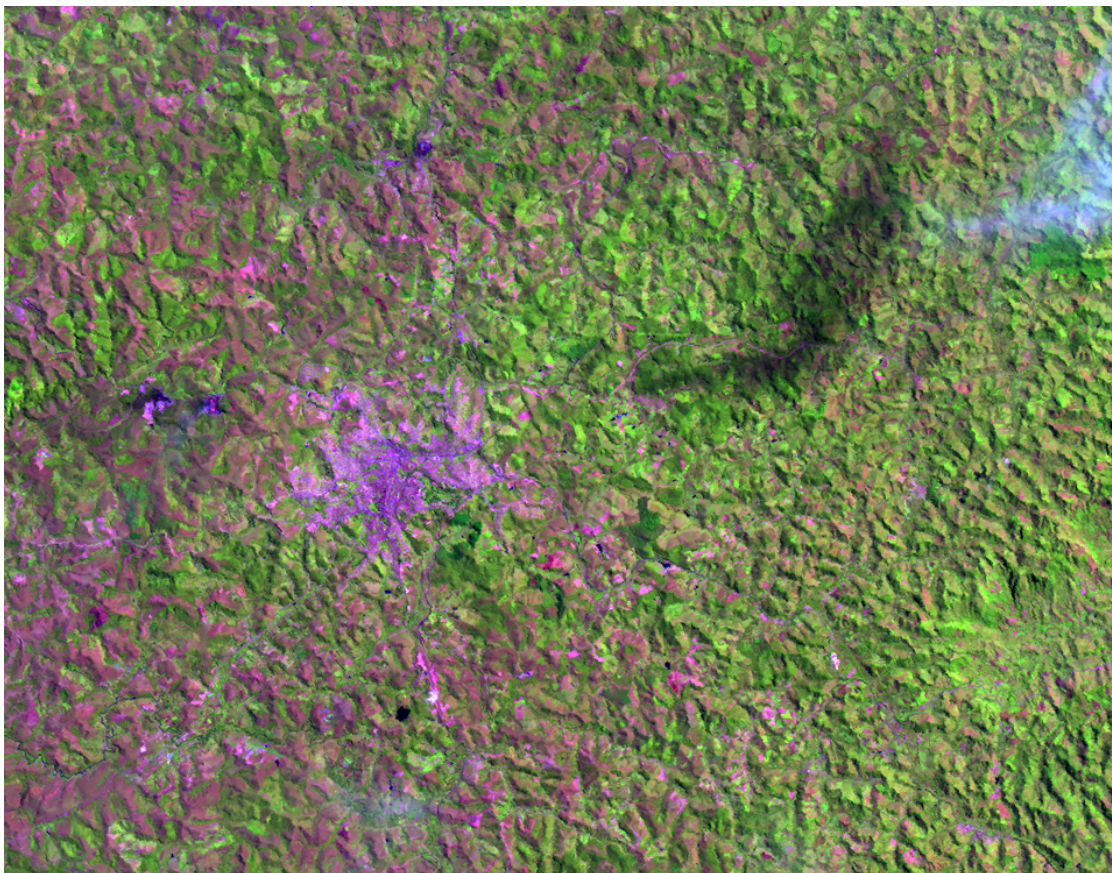


Fig 07: - Imagem de satélite LANDSAT de 28/03/1990  
(composição 3B4G5R, realçada)

## 4.2 – Métodos

Este trabalho iniciou-se com a determinação de coordenada geográfica da área que se pretendia estudar e acessando o catálogo eletrônico de imagens LANDSAT do Inpe ([www.dpi.inpe.br/cedeteca](http://www.dpi.inpe.br/cedeteca)), determinando assim quais as passagens necessárias para o estudo (órbita ponto 217-75).

As imagens apresentavam correção geométrica inicial feita pelo Inpe e estavam em formato GeoTiff. Era necessário fazer refinamento deste registro. Para tal procedimento decidimos por georreferenciá-las a partir de uma base vetorial de hidrografia da Bacia do Rio das Mortes, uma vez que estas eram as feições mais notáveis nas imagens. Esta base foi adquirida junto ao GEOMINAS ([www.geominas.mg.gov.br](http://www.geominas.mg.gov.br)) em formato DXF, que por sua vez foram vetorizadas a partir da carta do IBGE em escala de 1:25000.

Logo após, criou-se um Banco de Dados para definir a área de trabalho delimitando também um buffer de 150 m em cada margem do rio onde foi realizado os estudos (figs. 11, 12, e 13). Para definição desta área de trabalho criou-se um projeto que recebeu o nome de Rio das Mortes. Na criação deste projeto foi definido o Sistema de Projeções, o Modelo da Terra e a Longitude de origem.

O retângulo envolvente do projeto foi definido pelas coordenadas planas:

X1=617800; Y1=7643000

X2=646000; Y2=7665000

Criado o projeto, foi definido o Modelo de Dados, sendo criado a Categoria Hidrografia que serviria somente de base para o registro das imagens de satélite e para delimitação da área de proteção, às margens do Rio das Mortes, adotando-se para este dado o modelo temático definido por duas categorias: Uso-solo90 e Uso-solo01. Foi definida também uma Categoria no Modelo Imagem, com o nome Imagem, possuindo imagens de satélite da área de trabalho.

Após a criação do Modelo de dados, foram criados os Planos de Informação (PI), definidos de acordo com cada categoria. Para Hidrografia foi criado o PI Rio e para Imagem os PI's 90B3, 90B4, 90B5, 01B3, 01B4, 01B5.

Após a definição dos PI's, foram desenvolvidos os trabalhos de importação das imagens e vetores para tratamento no SPRING.



Fig. 08 - Áreas que eram matas em 1990 e deixaram de ser em 2001.  
Método Max-Ver

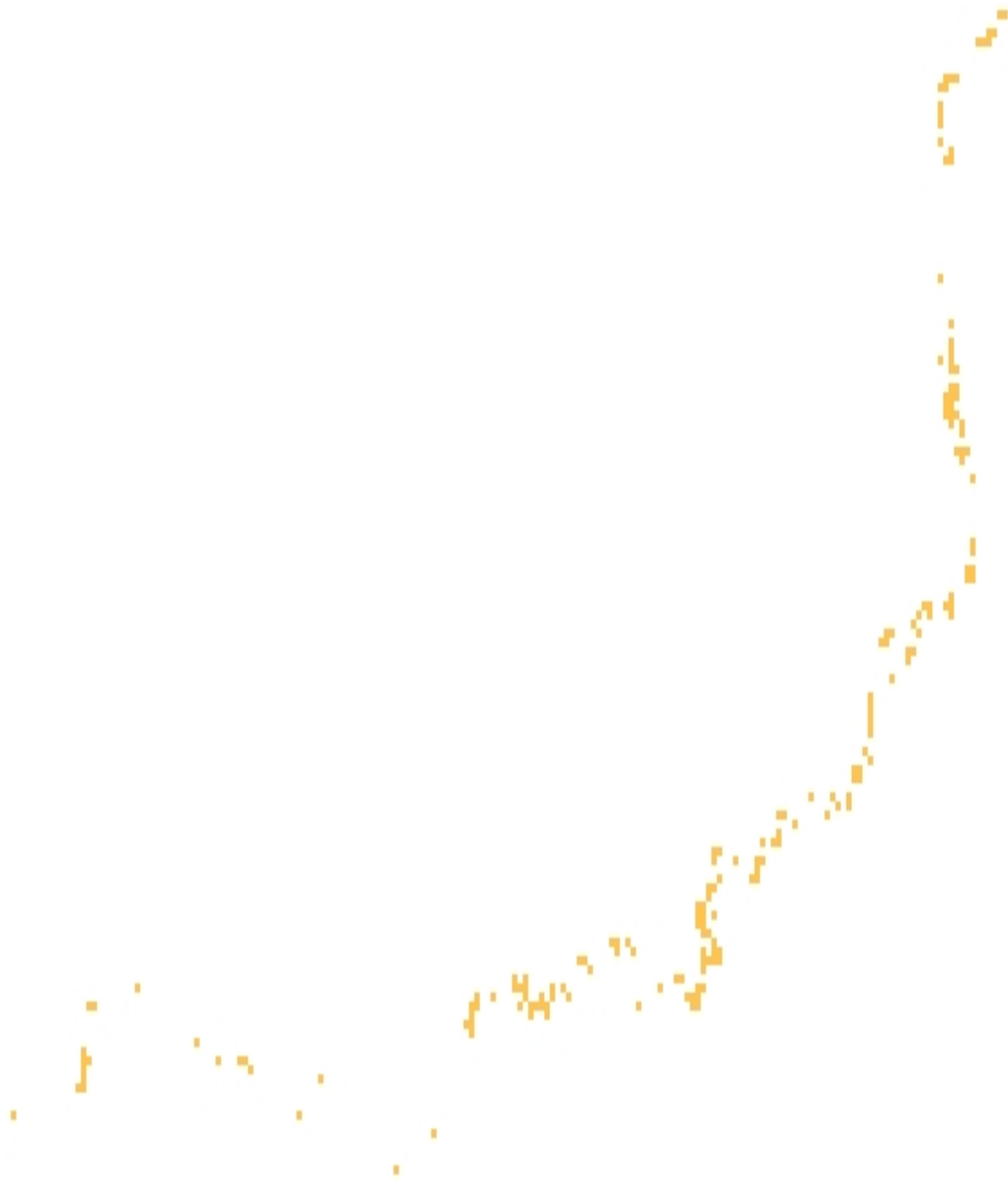


Fig. 09 - Áreas que eram matas em 1990 e deixaram de ser em 2001.  
Método Bhattacharya

Para a confecção dos mapas de comparação entre as áreas de mata em 1990 e que deixaram de ser em 2001, era necessário fazer implementações em LEGAL, que é uma linguagem de desenvolvimento de SPRING. Como não dominava esta linguagem e o tempo era insuficiente para a conclusão do trabalho, exportei os dados de classificação Max-Ver 1990 e 2001 e Bhattacharya 1990 e 2001 para o ArcView , onde fizemos a conversão vetor para raster e álgebras de mapas, utilizando o aplicativo Spatial Analysis. Adotamos o procedimento Booleano aplicando notas 0 e 1, em seguida fazendo a multiplicação:

MAX-VER 1990	BHATTACHARYA 1990
Mata ----- 1	Mata ----- 1
Campo ----- 0	Campo ----- 0
M. Urbana/S. exp. - 0	M. Urbana/S. exp. - 0
MAX-VER 2001	BHATTACHARYA 2001
Mata ----- 0	Mata ----- 0
Campo ----- 1	Campo ----- 1
M. Urbana/S. exp. - 1	M. Urbana/S. exp. - 1

Fica evidente que o produto de Max-Ver 1990 com Max-Ver 2001 resulta em uma imagem com valores de pixel 0 e 1 onde 1 são as áreas desmatadas (fig. 07). O mesmo procedimento foi usado no método Bhattacharya (fig.08).

#### **4.2.1 - Registro de Imagens:**

O registro de uma imagem compreende uma transformação geométrica que relaciona coordenadas de imagem (linha, coluna) com coordenadas de um sistema de referência.

No SPRING este sistema de referência é, em última instância, o sistema de coordenadas planas de uma certa projeção cartográfica. Como qualquer projeção cartográfica guarda um vínculo bem definido com um sistema de coordenadas geográficas, pode-se dizer então que o registro estabelece uma relação entre coordenadas de imagem e coordenadas geográficas. Outros termos comuns para a designação do procedimento de

registro são geocodificação e georreferenciamento. É importante, contudo, fazer uma distinção clara entre registro e correção geométrica. O processo de correção geométrica de imagens elimina as distorções geométricas sistemáticas introduzidas na etapa de formação das imagens, enquanto o registro apenas usa transformações geométricas simples (usualmente transformações polinomiais de 1º e 2º graus) para estabelecer um mapeamento entre coordenadas de imagem e coordenadas geográficas, ou entre duas imagens apenas.

O registro é uma operação necessária para fazer a integração de uma imagem à base de dados existente num SIG. O registro também é importante para se combinar imagens de sensores diferentes sobre uma mesma área ou para se realizar estudos multi-temporais, caso em que se usam imagens tomadas em épocas distintas.

Para o registro das imagens com resolução espectral de 30 m, foram colhidas as coordenadas em campo, utilizando um GPS de navegação, marca GARMIM, com precisão de 10 m, sendo feito primeiramente o registro da imagem LANDSAT 7 usando a entrada de dados via teclado. Posteriormente, foi feito o registro da imagem LANDSAT 5 tendo como referência a imagem LANDSAT 7, já registrada. Neste segundo procedimento, a entrada de dados foi via tela. Após o registro, as imagens são importadas para o Modelo de Dados criado para recebê-las.

Em seguida as imagens foram realçadas, com o intuito de se tentar uma melhor distribuição do histograma e estudar as diversas composições para determinar a que melhor se destaca as matas, os campos e a mancha urbana/solo exposto, e, chegou-se a conclusão que a melhor combinação seria RGB-543.

Paralelamente a este trabalho até aqui descrito, foi feito um trabalho de campo coletando-se coordenadas com GPS de navegação modelo Garmim Etrex, com precisão aproximada de 30m e atribuindo-se a este ponto o tipo de cobertura do solo.

Foi criado uma tabela no Excel, com os dados coletados em campo e seu referido atributo que foi exportado para o formato TXT ou ASCII, onde introduzimos o cabeçalho definido pelo software SPRING para que estes dados pudessem ser espacializados. No software este formato é chamado de ASCII-SPRING.

Tab. 01 – Dados coletados em campo

PONTO	LONGIT.	LATIT.	CLASSE	PONTO	LONGIT.	LATIT.	CLASSE
1	626408	7650932	m. ciliar	27	630494	7653204	m. urb/s.exp
2	625437	7650449	m. ciliar	28	633333	7653740	m. ciliar
3	623881	7648928	m. urb/s. exp	29	635123	7656568	m. ciliar
4	623007	7646482	m. ciliar	30	637337	7656287	m. urb/s.exp
5	624067	7646347	m. ciliar	31	640999	7654890	campo
6	624841	7646265	campo	32	640793	7651181	m. ciliar
7	624971	7646595	campo	33	637192	7649515	m. ciliar
8	625941	7646355	campo	34	621110	7651359	m. ciliar
9	625831	7645525	campo	35	619566	7651397	campo
10	626737	7644164	campo	36	615746	7651064	m. urb/s.exp
11	628594	7643421	campo	37	614056	7651875	m. ciliar
12	628752	7643096	campo	38	612843	7651576	campo
13	629030	7642373	m. urb/s. exp	39	617098	7651189	Faria
14	628511	7638248	campo	40	624570	7652025	Monte Mário
15	629215	7634814	campo	41	621785	7646532	Loteamento
16	629576	7641157	m. urb/s. exp	42	621397	7646889	Unipac
17	629198	7642964	m. urb/s. exp	43	620076	7645785	campo
18	629376	7646292	m. ciliar	44	618075	7645965	m. ciliar
19	628557	7647148	m. urb/s. exp	45	616493	7646805	m. ciliar
20	630621	7653090	m. urb/s. exp	46	616842	7647039	m. ciliar
21	624661	7650967	m. ciliar	47	617945	7646248	campo
22	632892	7649679	m. urb/s. exp	48	619261	7645370	campo
23	632892	7649679	m. urb/s. exp	49	621940	7646273	Campolide
24	633349	7648400	m. ciliar	50	628335	7648111	Aeroporto
25	632856	7648429	campo	51	629660	7646023	Sá fortes
26	632376	7647864	m. ciliar	52	630135	7646905	m. ciliar

Criamos então outro Modelo de Dados do tipo temático para espacializar esta coleta, O objetivo desta coleta era auxiliar na aquisição das amostras para posterior classificação da imagem.

#### 4.2.2 - Classificação das Imagens:

Classificação é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos. O resultado final de um processo de classificação é uma imagem onde o pixel contém a informação de uma classe, ou tema, associada ao ponto de cena correspondente. Esses diferentes valores de classes são representados por símbolos gráficos ou cores.



As técnicas de classificação (ou classificadores) podem ser divididas em classificadores por pixel ou por regiões e podem levar em conta uma ou mais bandas de imagem (no caso de imagens multiespectrais). Os classificadores por pixel utilizam a informação espectral de cada pixel isolado para rotular ou classificar, enquanto os classificadores por regiões baseiam-se em um conjunto de pixels vizinhos que são primeiro agrupados em regiões homogêneas e depois classificados em um grupo.

Os classificadores podem também ser divididos em supervisionados e não supervisionados. Na classificação supervisionada o usuário, numa etapa chamada treinamento, para cada classe que se deseja diferenciar na imagem aponta-se um conjunto de amostra de classe. Essas amostras serão usadas para determinar os parâmetros estatísticos usados no processo decisão sobre a que classe um pixel pertence. Todos os pixels serão classificados entre uma das classes definidas no treinamento.

Na classificação não supervisionada o usuário não fornece esse tipo de informação a priori, e o sistema determinará, usando um algoritmo de “clustering” ou agrupamento, para identificar tais classes.

O SPRING utiliza os classificadores conhecidos pelas siglas a seguir (LOPES,2002):

Isoseg, análise por regiões, não supervisionados;

Bhattacharya, análise por regiões, supervisionado;

Max-Ver, análise por pixel, supervisionado;

Max-Ver-Icm, , análise por pixel, supervisionado;

Distância Euclidiana, análise por pixel, supervisionado;

## 5 - Resultados e Conclusões

Tomando como base as imagens do satélite LANDSAT de 1990 (Fig. 06) e de 2001 (Fig. 07), foi feita a classificação das mesmas com 3 temas cada uma: mata ciliar, campo e mancha urbana/ solo exposto, sendo usado como classificador os métodos Max-Ver, que faz as análises pixel a pixel, supervisionado e Bhattacharya, que faz as análises por regiões e também supervisionado.

No Método Bhattacharya foi utilizado na similaridade dos pixels o valor 8 e o tamanho da área em pixel igual a 12.

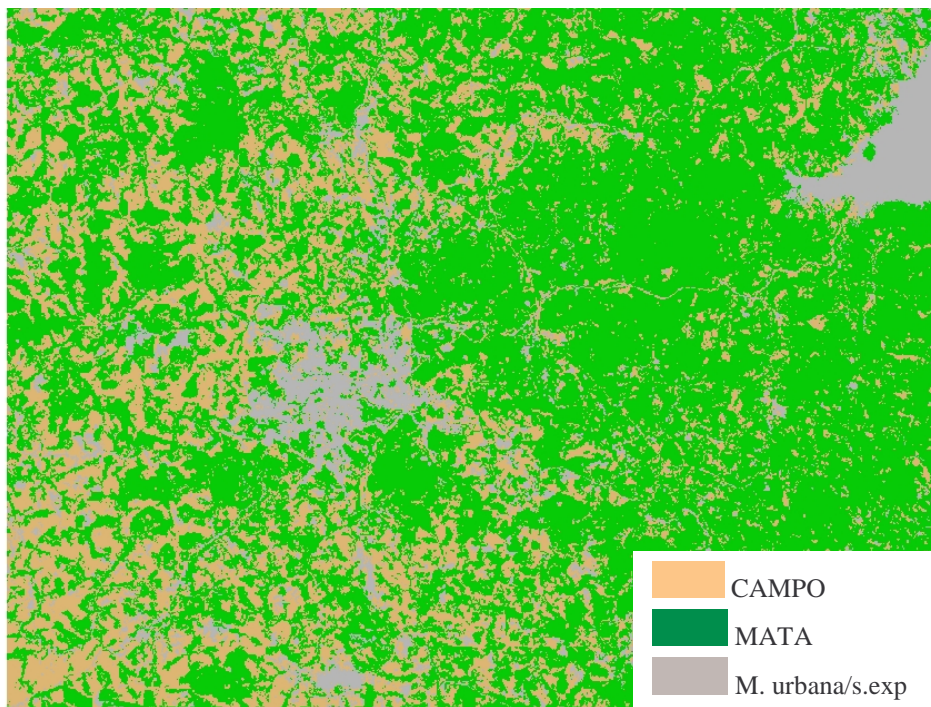


Fig. 10 – Imagem classificada do uso e ocupação do solo na região de Barbacena em 1990.

Método Max-Ver

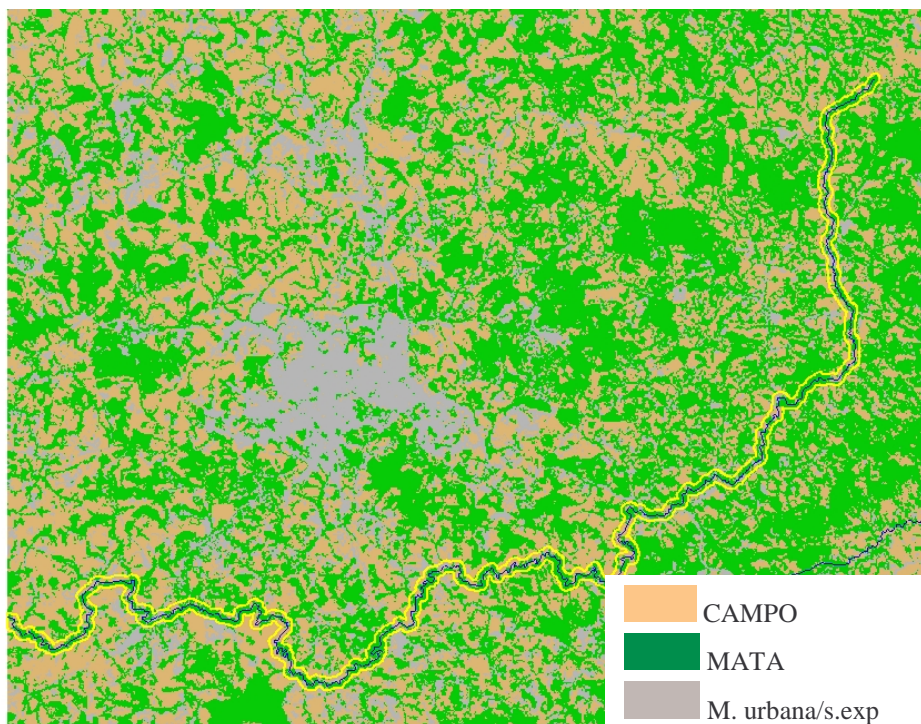


Fig. 11 - Imagem classificada do uso e ocupação do solo na região de Barbacena em 2001 destacando o buffer de 150 m em cada margem do rio – Método Max-Ver

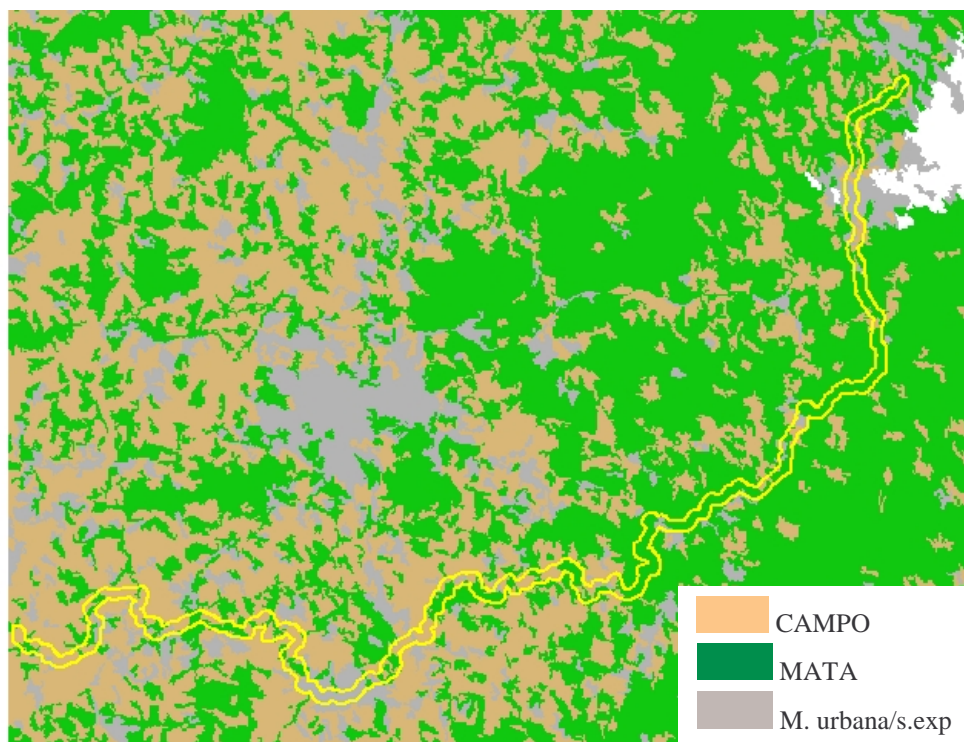


Fig. 12 - Imagem classificada do uso e ocupação do solo na região de Barbacena em 1990 destacando o buffer de 150 m em cada margem do rio – Método Bhattacharya

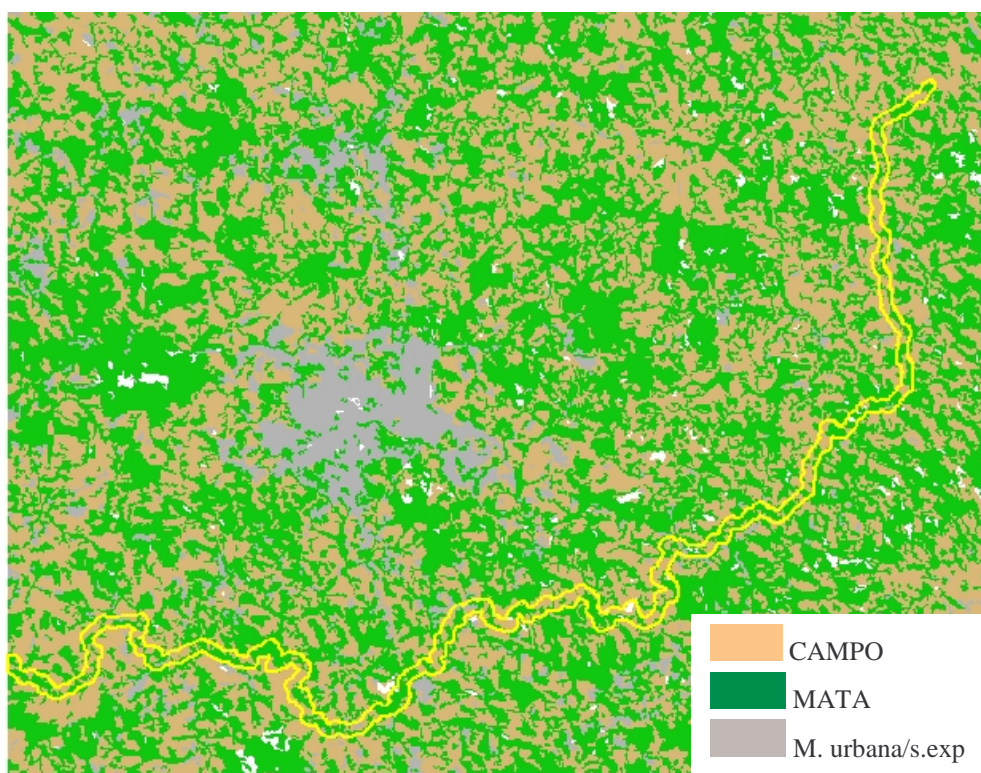


Fig. 13 - Imagem classificada do uso e ocupação do solo na região de Barbacena em 2001 destacando o buffer de 150 m em cada margem do rio – Método Bhattacharya

Apesar do estudo ter sido feito somente dentro da área de 150 m de cada lado do rio, pode-se perceber claramente nas imagens classificadas (retângulo envolvente), o grande crescimento das áreas de campo e mancha urbana/solo exp. e conseqüentemente a redução das áreas de mata na região.

Quanto ao limite da área de estudo temos os seguintes resultados:

Tab. 02 – Resultado das análises do uso e ocupação do solo nas margens do Rio das Mortes

ÁREA DE ESTUDOS - 1990			ÁREA DE ESTUDOS - 2001		
MÉTODO MAX-VER			MÉTODO MAX-VER		
TEMA	ÁREA (ha)	% ÁREA	TEMA	ÁREA (ha)	% ÁREA
MATA	1.232,051	66,12 %	MATA	1.051,965	56,56%
CAMPO	448,179	24,05%	CAMPO	595,239	31,94%
M.URB / s.exp	183,230	9,83%	M.URB / s.exp	214,203	11,50%
MÉTODO BHATTACHARYA			MÉTODO BHATTACHARYA		
TEMA	ÁREA (ha)	% ÁREA	TEMA	ÁREA (ha)	% ÁREA
MATA	1.112,990	60,27%	MATA	927,938	50,18%
CAMPO	586,94	31,78%	CAMPO	748,500	40,48%
M.URB / s.exp	146,79	7,95%	M.URB / s.exp	172,687	9,34%

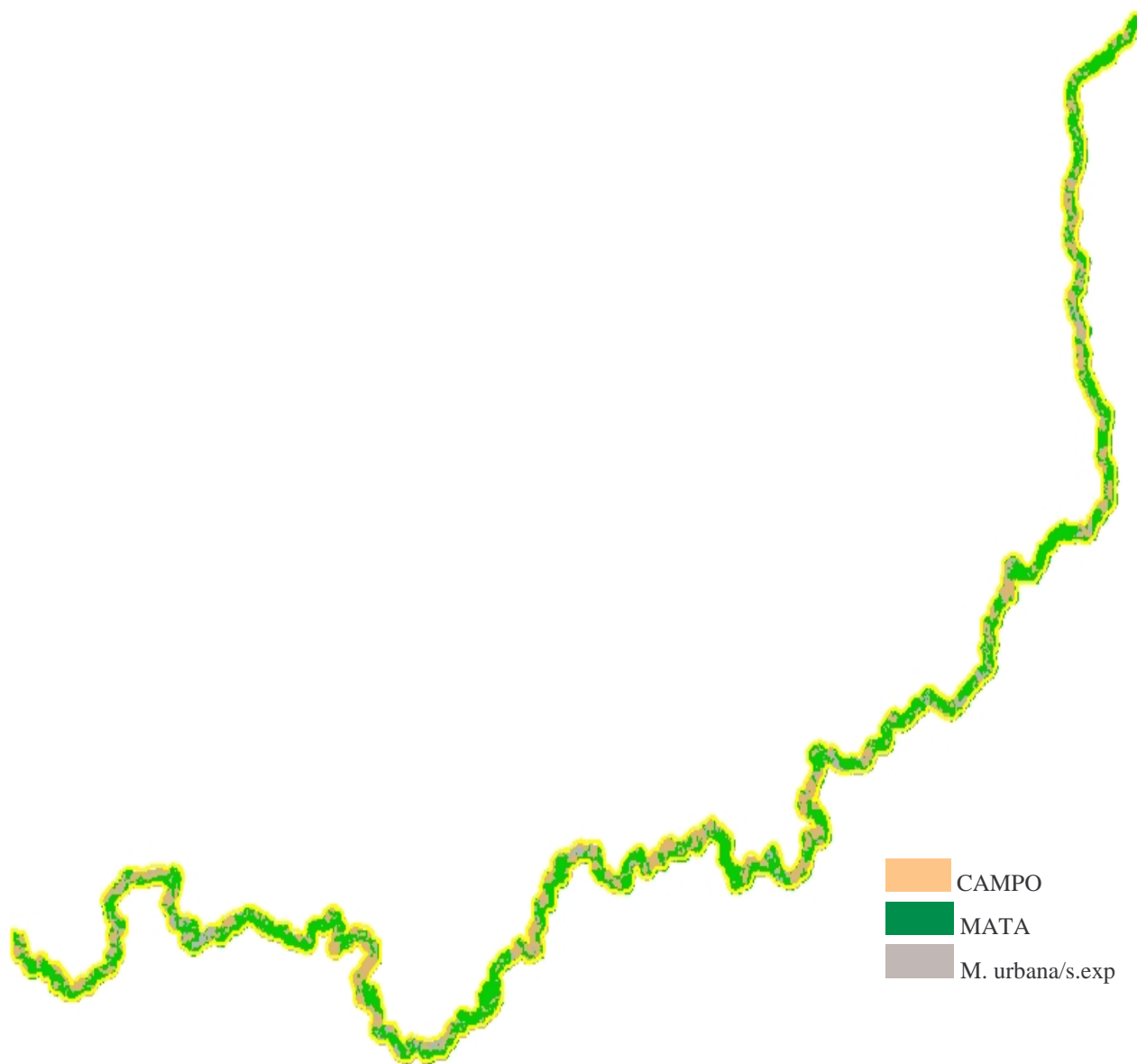


Fig. 14 - Área de estudo classificada por Max-Ver –1990  
(Buffer de 150 m em cada margem do rio)

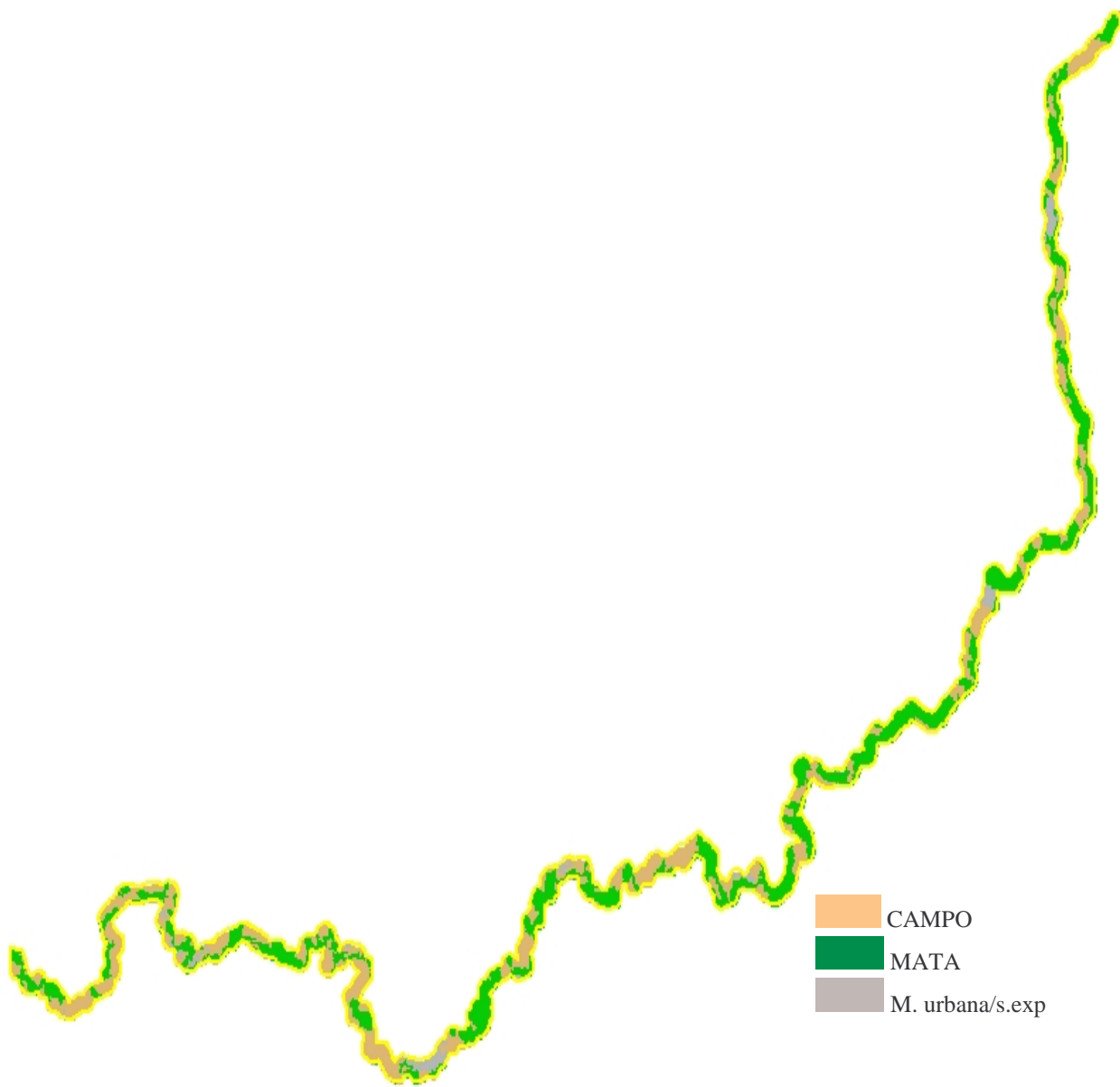


Fig. 15 - Área de estudo classificada por Max-Ver – 2001  
(Buffer de 150 m em cada margem do rio)

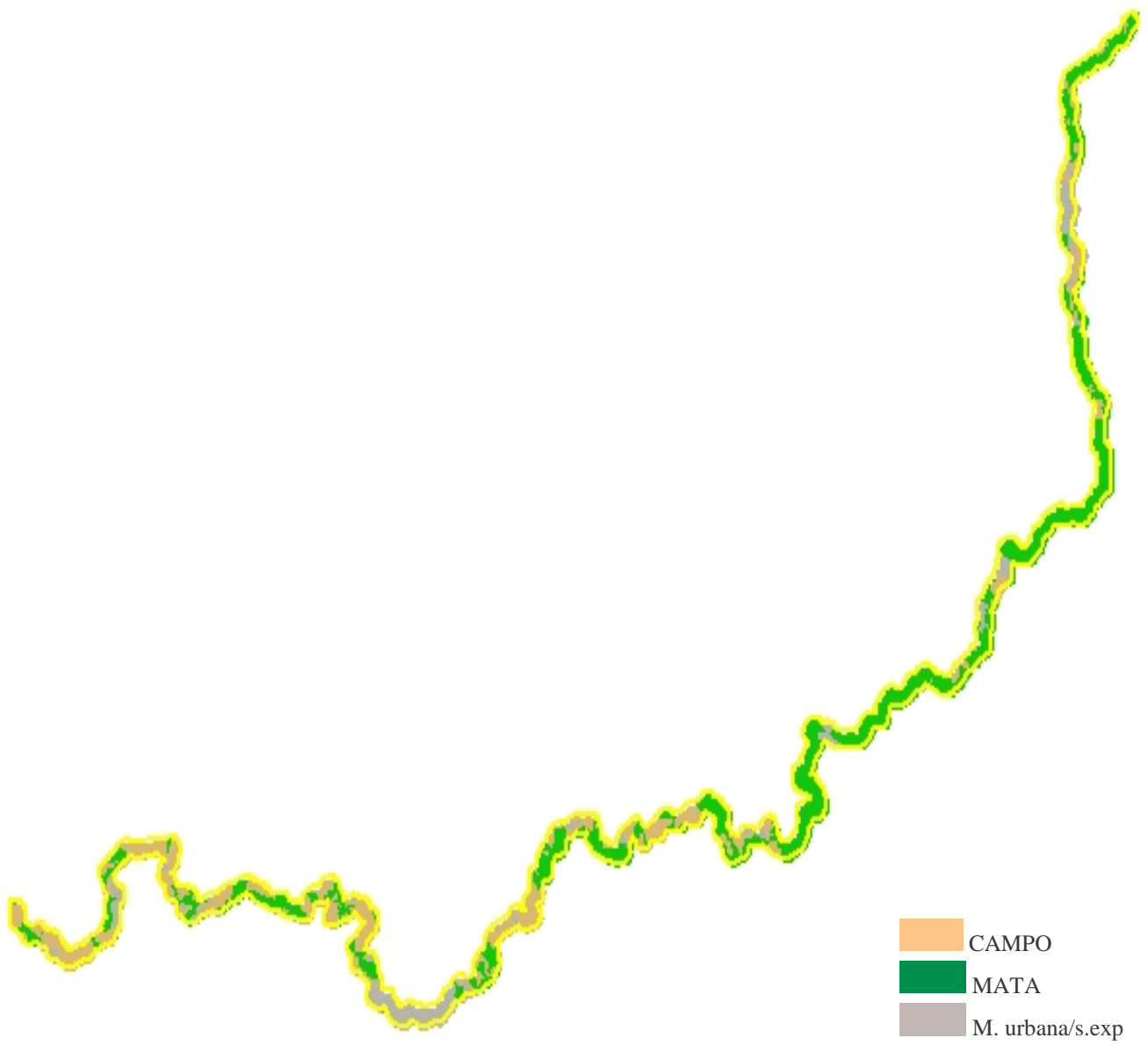


Fig. 16 - Área de estudo classificada por Bhattacharya – 1990  
(Buffer de 150 m em cada margem do rio)

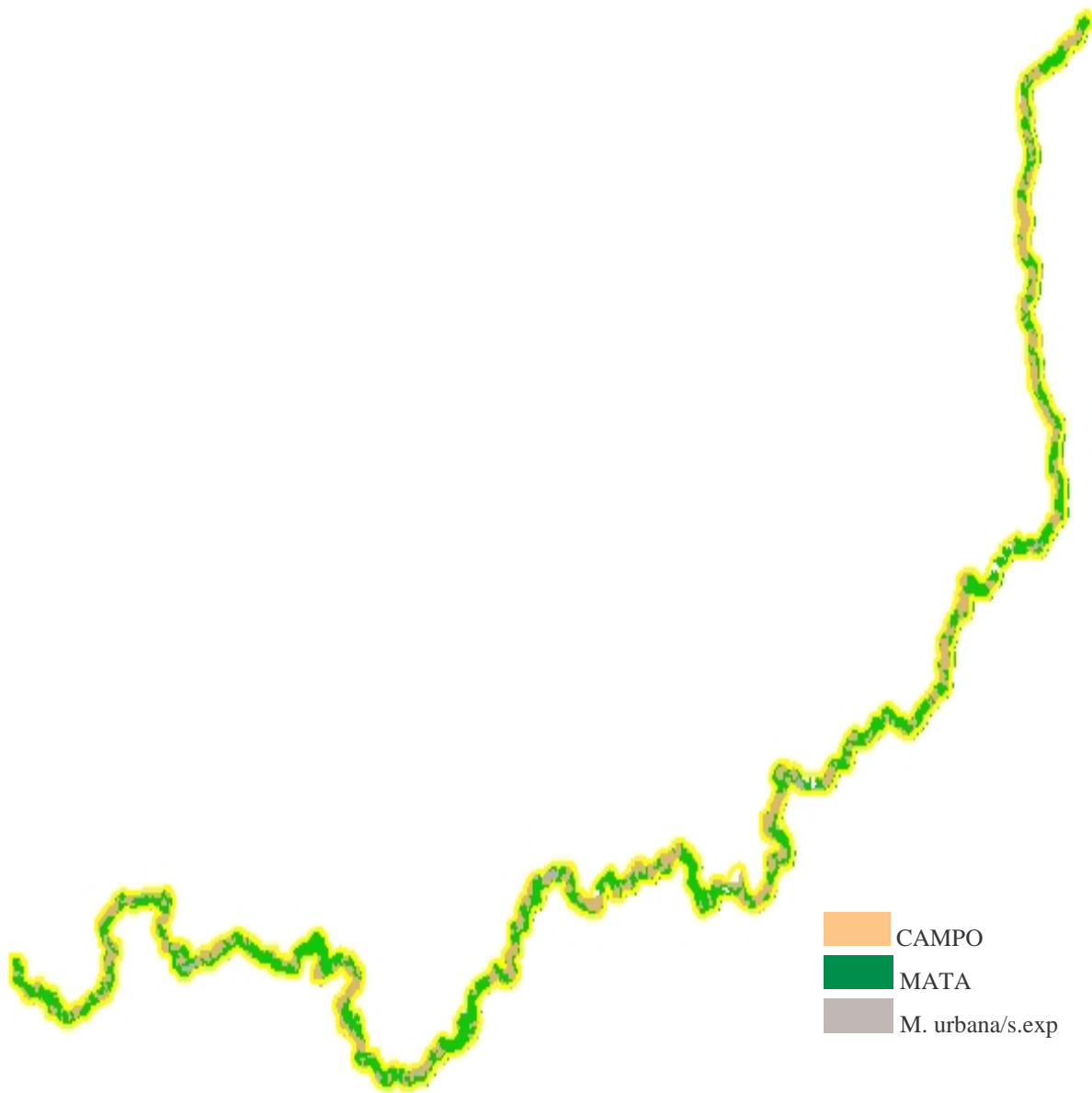


Fig. 17 - Área de estudo classificada por Bhattacharya – 2001  
(Buffer de 150 m em cada margem do rio)



Como se pode perceber na Tab 02, houve uma diferença nas áreas apuradas entre os dois métodos e como esta diferença entre os métodos foi relativamente pequena, foi adotado a média aritmética das áreas dos temas classificados para a conclusão das variações ocorridas no uso do solo nos limites da área de estudos.

Tab. 03 – Média da áreas na classificação do solo, pelos dois métodos, em 1990.

TEMA	CLASSIFICAÇÃO MAX-VER 1990		TEMA	CLASSIFICAÇÃO BHATTACHARYA 1990		Média das áreas (há)	Média das áreas (%)
	Área (ha)	% da Área		Área (ha)	% da Área		
MATA	1.232,51	66,12%	MATA	1.112,99	60,27%	1.172,52	63,20%
CAMPO	448,179	24,05%	CAMPO	586,94	31,78%	517,56	27,92%
MUB/s.exp	183,23	9,83%	MUB/s.exp	146,79	7,95%	165,01	8,89%

Tab. 04 - Média da áreas na classificação do solo, pelos dois métodos, em 2001.

TEMA	CLASSIFICAÇÃO MAX-VER 2001		TEMA	CLASSIFICAÇÃO BHATTACHARYA 2001		Média das áreas (há)	Média das áreas (%)
	Área (ha)	% da Área		Área (ha)	% da Área		
MATA	1.055,965	56,56%	MATA	927,938	50,18%	991,95	53,37%
CAMPO	595,239	31,94%	CAMPO	748,500	40,48%	671,87	36,21%
MUB/s.exp	214,203	11,50%	MUB/s.exp	172,687	9,34%	193,45	10,42%

Com estes resultados podemos concluir que houve um desmatamento nas margens do rio ao longo de 11 anos, de 180,57 ha (quase 10% da área total analisada), correspondendo a aproximadamente 20 campos de futebol por ano. Isto apenas nos 45 a 48 km de rio que estão dentro do Município de Barbacena. Se a análise fosse estendida até a foz do rio ( mais ou menos 268 Km de extensão), a depredação seria muito maior, pois a situação é praticamente a mesma fora dos limites do Município.

Os números mostram que as autoridades deveriam exercer uma fiscalização mais rigorosa, organizando ações conjuntas entre as Prefeituras, IEF, IBAMA, Polícia Florestal, Organizações não-governamentais como o Instituto Rio Limpo (atuante na preservação e limpeza do Rio das Mortes) e até mesmo voluntários civis de todas as áreas, no sentido de preservar e reflorestar as margens do rio, evitando assoreamentos e nascentes secando para com isto manter o volume de suas águas. Se estas atitudes não

forem tomadas, em breve as cidades que dependem deste rio para abastecer suas populações terão sérios problemas.

Para exemplificar o que foi dito, tem-se como exemplo a cidade de Barbacena que retira do Rio das Mortes, 70% da água necessária para abastecer sua população.

Quanto à mancha urbana/solo exposto, não houve crescimento significativo, mas mesmo assim as autoridades devem ficar atentas, principalmente no que se refere mancha urbana, para evitar a criação de novos loteamentos ou chacreamentos em áreas inadequadas, principalmente os clandestinos que são implantados sem nenhum critério, para evitar novas degradações e aumento da contaminação de suas águas com deposição de esgotos e lixos domésticos.

Seria importante verificar em campo o grau de confiabilidade dos resultados obtidos, mas como os estudos foram feitos comparando imagens de 1990 e 2001, esta verificação não seria compatível por estarmos em 2003 e novas alterações (período de 2001 a 2003) seriam detectadas.

## 6 - Referências Bibliográficas:

LAMBERTO, Golfari. Zoneamento Ecológico do Estado de Minas Gerais para Reflorestamento. Belo Horizonte. Centro de Pesquisa Florestal da Região de Cerrado, 1975, 65p.

LOPES, Eymar S. S. Tutorial 10 aulas Spring 4.0. São José dos Campos: INPE, 2003.

COSTA, Marckleuber Fagundes. Sistema de Informação aplicado às atividades de Polícia Militar de Meio Ambiente no Estado de Minas Gerais. Estudo de Caso Lagoa Santa, MG. Belo Horizonte. Especialização em Geoprocessamento da Universidade Federal de Minas Gerais , 2002, 48p.

[www.institutoriolimpo.org](http://www.institutoriolimpo.org) (10/09/03)

[www.barbacenaonline.com.br](http://www.barbacenaonline.com.br) (10/09/03)

[www.estaminas.com.br](http://www.estaminas.com.br) (10/09/03)

[www.dpi.inpe.br/cdteca](http://www.dpi.inpe.br/cdteca) (24/10/03)

[www.dpi.inpe.br/cursos](http://www.dpi.inpe.br/cursos) (25/11/03)

[www.geominas.mg.gov.br](http://www.geominas.mg.gov.br) (24/10/03)

[www.57-bq.org/cidade](http://www.57-bq.org/cidade) (09/09/03)

[www.dpi.inpi.br/spring](http://www.dpi.inpi.br/spring) (09/09/03)