

## **Zoneamento do Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna por Imagens do Satélite Landsat 5**

Ana Camila da Silva – Rua Jovino Ribeiro, 37, Bairú – Juiz de Fora – MG/  
acamila.inhan@hotmail.com

Ricardo Tavares Zaidan – Rua Oswaldo Aranha – Juiz de Fora – MG/  
ricardo.zaidan@ufjf.edu.br

### **Abstract:**

The application of studies on the Cover and Land Use have been widely discussed because of it's important assignment in the work planning and resource management. To understand and contextualize the Paraibuna's river watershed processes socioeconomic along the historical process of occupation, this work, by processing satellite images - Landsat 5 dated of September, 2008 and applying the method of Supervised classification (by ENVI image processing software analysis) aimed to generate a current map Use and Land Cover Paraibuna River Watershed able to subsidize some considerations about the importance that natural and man-made elements have if compared their dimensionality with the area of basin. We emphasize that the Paraibuna river watershed receives a percentage minor of urban areas. By contrast, is in his intensive land use with agricultural and pastoral activities that we should return our attention. This recognition can meet the needs of government, institutional or academic literature in support of planning, analysis or environmental monitoring. This initiative, in partnership with Applied GIS Lab, Federal University of Juiz de Fora, aims to support future work related to management resources and planning.

**Palavras-chave:** cover and land use, remote sensing, processing satellite images, uso e cobertura da terra, sensoriamento remoto, processamento de imagem de satélite.

## **1. Introdução**

Ao longo da história, as mudanças dos ecossistemas terrestres tanto de cunho antrópico como naturais, sempre ocorreram sob diversos níveis de abrangência e razões. Para Drew (1986), com o passar do tempo, a exploração irracional dos recursos naturais e as desordenadas formas de uso e ocupação têm provocado alterações significativas na cobertura dos terrenos, gerando grandes crises ecológicas.

A década de 70 foi considerada um marco do pensar consciente sobre os problemas ecológicos do mundo. Desde então, vários eventos tais como a Conferência de Estocolmo (1972) entre outros Programas e Comissões, vêm sendo considerados de fundamental importância para manifestar esta questão.

Nesse contexto, um tema que tem sido amplamente discutido é o que se refere à cobertura e uso da terra, devido sua importante atribuição nos trabalhos de planejamento e gestão de recursos. Para Vieira (2005, p. 3) a aplicação desses estudos age como “[...] meio auxiliar nos processos de investigação das causas e conseqüências do crescimento econômico, bem como no monitoramento das constantes alterações dos sistemas globais.”.

Muitas áreas naturais que antes eram contínuas, hoje se apresentam fragmentadas alterando a estrutura da paisagem e resultando em mudanças na composição e diversidade das comunidades. A Mata Atlântica, bioma no qual a bacia do Rio Paraibuna se encontra, representa um triste exemplo desta realidade e nos limites da Bacia, em que se configurava de forma contínua hoje se apresenta fragmentada.

A bacia hidrográfica do Rio Paraibuna foi escolhida primeiramente por ser a bacia hidrográfica, uma unidade fundamental para o planejamento e gestão dos recursos necessários ao desenvolvimento humano, e segundo pelo vale do Rio Paraibuna ter sido historicamente palco dos processos de ocupação, integração regional e afluxo de mercadorias, promovendo o desenvolvimento de vilas e cidades. Sendo assim, as relações entre homem e natureza nesta unidade de território merecem ser estudadas, por apresentarem características variadas e possuir um importante papel na evolução do terreno.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo gerar um mapa atual do Uso e Cobertura da Terra da Bacia do Rio Paraibuna através de processamento de imagens de satélite LANDSAT - 5 do mês de setembro do ano de 2008, permitindo conhecer a distribuição dos elementos geográficos ao longo da área de estudo, contextualizando a região e o perfil do Uso da Terra quanto aos processos sócio-econômicos ao longo do processo histórico de ocupação da Bacia. Os resultados serão apresentados em forma de mapa e tabela em que, baseando nos dados quantitativos extraídos do método de Classificação Supervisionada aplicados através do software de análise e processamento de imagens Envi sob licença temporária (outubro/novembro 2009), permitam fazer algumas considerações a respeito da relevância que os elementos naturais e antrópicos têm, se comparados sua dimensionalidade, com a área da bacia. Visamos subsidiar trabalhos futuros relacionados à gestão de recursos e planejamento com os resultados alcançados.

## **2. Metodologia de Trabalho**

### **2.1 Área de Estudo**

A Bacia do Rio Paraibuna (Figura 1) possui expressiva área de contribuição, cerca de 8.597 km<sup>2</sup>, cujos limites se encontram fixados nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, é uma das principais sub-bacias da bacia do Paraíba do Sul e compreende uma importante porção industrializada do país. De acordo com Araújo (2009) ocupa, parcial ou inteiramente, 25 cartas IBGE 1:50.000. São 37 municípios pertencentes à bacia, dentre eles destacando-se o município de Juiz de Fora com 513.348 habitantes (Censos 2007/IBGE). Quanto a sua localização, insere-se na Zona da Mata Mineira, a sul-sudeste do estado de Minas Gerais se estendendo a uma porção do Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. Tem como rio

principal o Paraibuna, com sua nascente na Serra da Mantiqueira, no município de Antônio Carlos, a cerca de 1180 metros de altitude. Tem grande importância por ser o principal receptor dos efluentes de Juiz de Fora, maior cidade da bacia. Percorre aproximadamente 166 km, dos quais 44 km como divisa natural dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, até desaguar na margem esquerda do Rio Paraíba do Sul a 250 metros de altitude, com uma vazão média de aproximadamente 200m<sup>3</sup>/s. Seus principais afluentes são o Rio Preto, o Rio do Peixe e o Rio Cágado (FEAM, 1996).

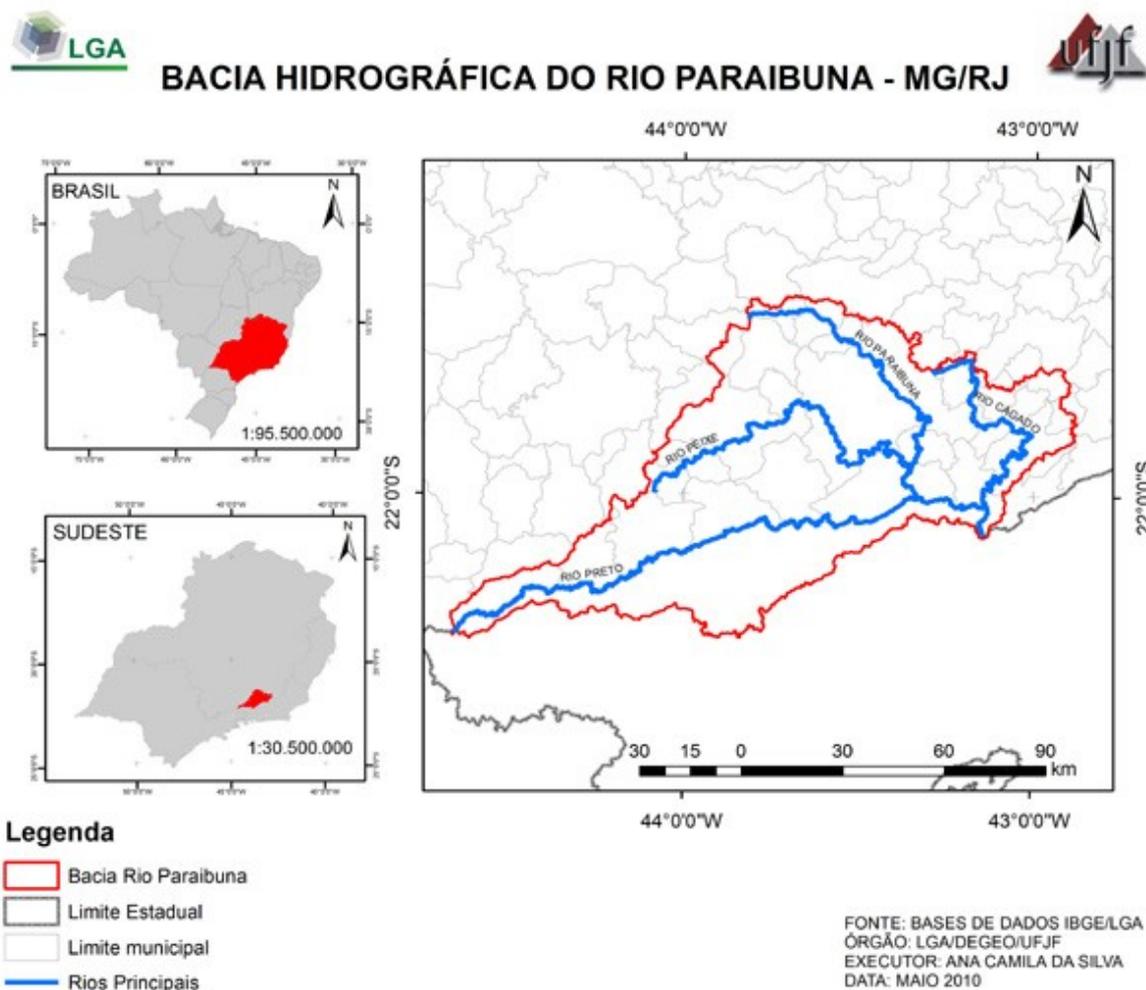


Figura 1: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna.

## 2.2 Materiais e Métodos

O Sistema de Classificação de Cobertura e Uso da Terra utilizado neste trabalho baseia-se no “Sistema de Classificação de Uso da Terra/ Cobertura da Terra” do USGS (United States Geological Survey), (Anderson et al., USGS, 1992 *apud* Jensen, 2009), que “foi especialmente concebido para ser “orientado a recursos” (cobertura da terra), em oposição a vários outros sistemas que são orientados ‘à pessoas ou a atividades’ (uso da terra)” (JENSEN, 2009). Vale ressaltar que o sistema de classificação do USGS adotado neste trabalho foi desenvolvido para ser alimentado primariamente pela interpretação de dados de sensores remotos obtidos em várias escalas e resoluções e não dados coletados em campo.

Para representar a área da Bacia do Rio Paraibuna foram necessárias a utilização de três imagens digitais datadas do mês de setembro de 2008, correspondendo às órbitas 217 (cenas 75 e 76) e 218 (cena 75) adquiridas gratuitamente mediante cadastro no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), provenientes do satélite Landsat - 5 que compõe o Programa Espacial "Earth Resources Technology Satellite" lançado pela NASA, como dito

anteriormente. A área imageada pelo Landsat é uma faixa de 185 km, recortada em cenas de 185 km x 185 km e permite-nos trabalhar numa escala de 1:150.000 até 1:250.000. Depois de requeridas as imagens foi preciso compô-las (Figura 2) através do método de mosaico de imagens. Estas imagens foram escolhidas porque, além de gratuitas, foram as únicas que apresentaram pouco ou quase nenhuma presença de nuvens dentre as mais atuais, verificando-se maior qualidade para interpretação e classificação dos elementos na área de estudo.

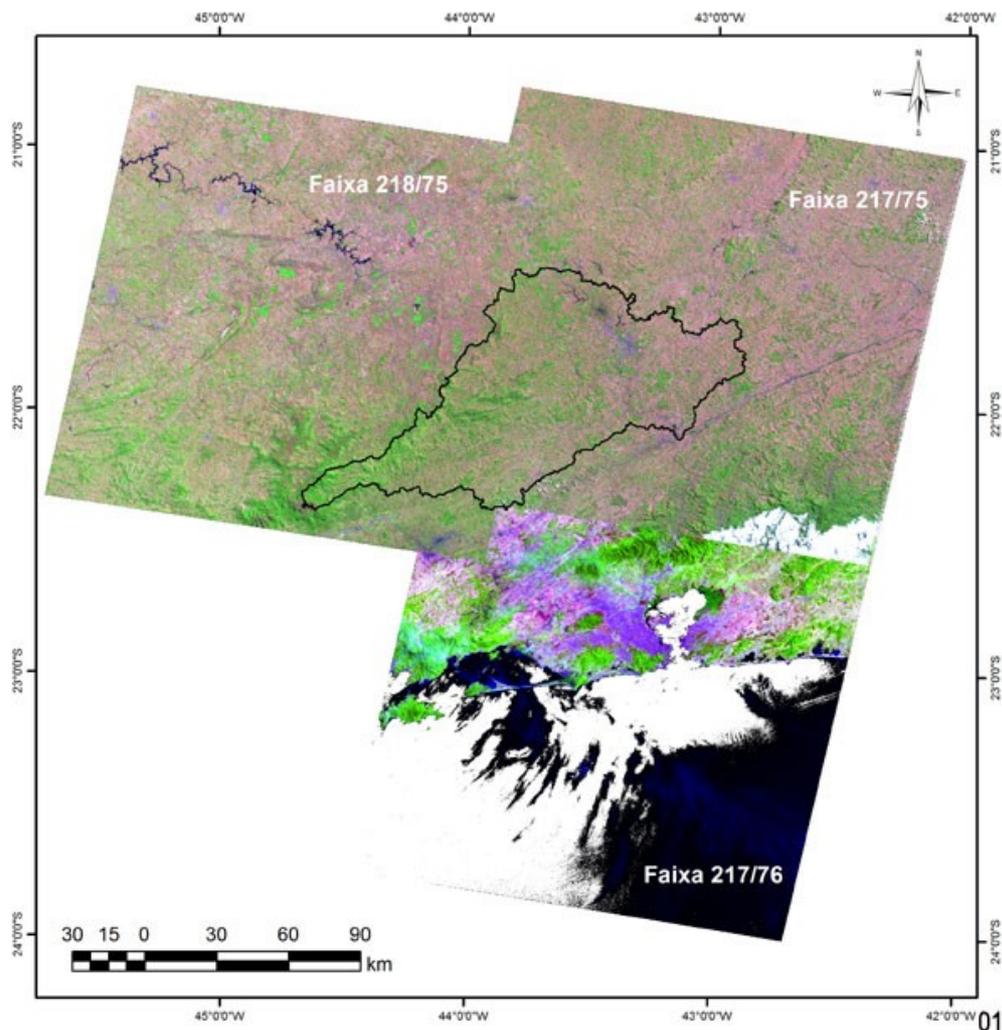


Figura 2: Imagem mosaicadas correspondente às áreas imageadas referente à órbita do satélite Landsat 5: órbitas 217 (cenas 75 e 76) e 218 (cena 75). Fonte: INPE.

Para elaboração do mapa atual do Uso e Cobertura da Terra foi necessário aplicar um conjunto de técnicas para melhorar a capacidade de interpretação e adequá-las ao uso a que se destinam uma vez que as imagens de satélite são produzidas na forma em que são captadas pelo sensor e carregam uma série de imperfeições decorrentes de sua aquisição. A esta etapa denominamos “tratamento de dados digitais”. Assim sendo,

- Registro e Georreferenciamento da imagem;
- Redução do dimensionamento da área de estudo (Figura 3);
- Assinatura de Classes e Classificação Supervisionada;
- Homogeneização do resultado de classificação com passos de filtragens.
- Vetorização dos contornos e produção de mapa temático com o resultado da classificação.

- Extração de dados quantitativos na área de estudo visando um panorama atual do uso e cobertura da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna.

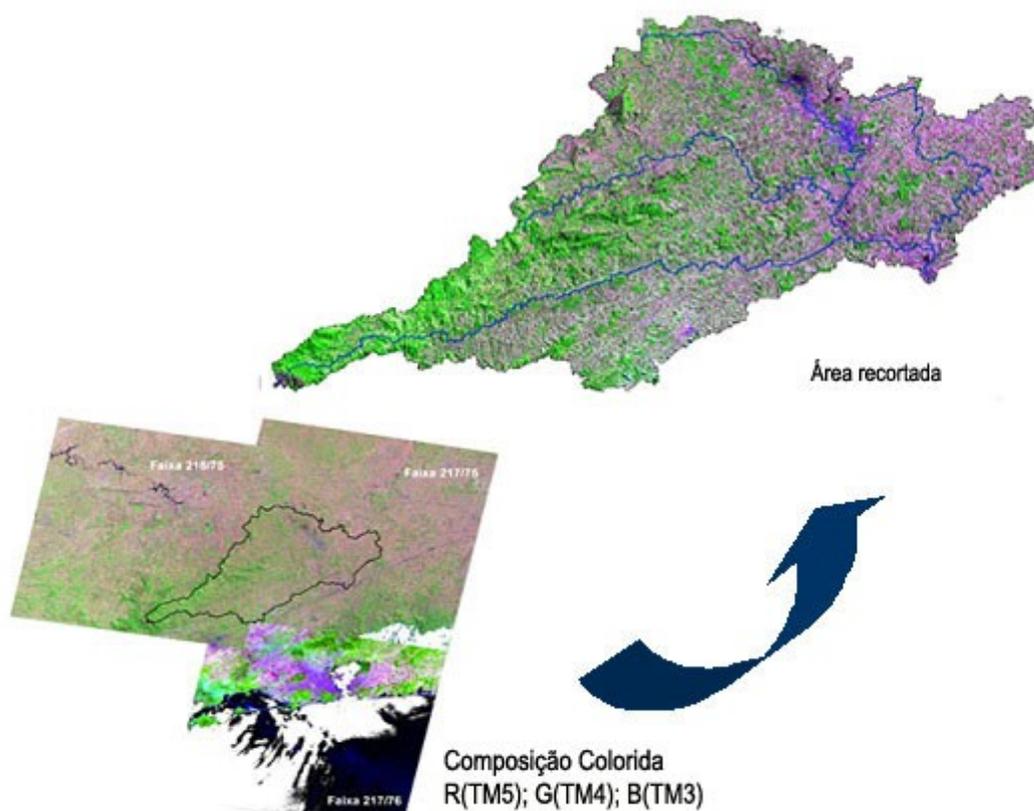


Figura 3: Composição colorida das bandas R (TM5) G (TM4), B (TM3), exemplificando uma redução do dimensionamento da área de estudo.

O princípio da classificação supervisionada, modelo aplicado neste trabalho, é baseado no uso de algoritmos para se determinar os pixels que representam valores de reflexão característicos para uma determinada classe, ou seja, em uma análise quantitativa dos pixels de uma imagem multiespectral ou regiões consideradas homogêneas. A classificação supervisionada é a mais utilizada na análise quantitativa dos dados de sensoriamento remoto e suas etapas serão descritas para melhor entendimento:

1. Definição das classes nas quais as imagens vão ser divididas (de acordo com a Classificação de Uso e Cobertura da Terra explicitada anteriormente).
2. Escolha de amostras de treinamento para cada classe. O conjunto dos pixels que fazem parte de uma classe chama-se **assinatura da classe**.
3. Aplicação de um algoritmo de classificação em que todos os pixels são classificados conforme o método estatístico escolhido (Máxima Verossimilhança).
4. Homogeneização do resultado de classificação com passos de filtragens (Figura 4);
5. Vetorização dos contornos e produção de mapa temático com o resultado da classificação (Figura 5)

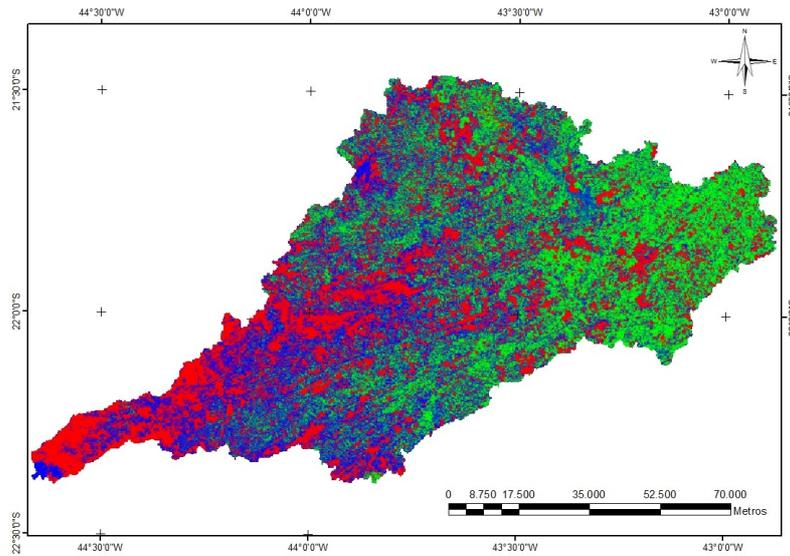


Figura 4: Assinatura de Classes e Classificação Supervisionada da Bacia do Rio Paraíba.

Os métodos aplicados em conjunto visam extrair as dimensões atuais das classes que compõe a bacia e se mostraram eficazes quanto à escala de trabalho e à extração de informações quantitativas da cena em questão, permitindo análises a respeito da distribuição em valores percentuais das classes na bacia assim como suas contribuições para manutenção da qualidade hídrica e dos demais elementos naturais da mesma.

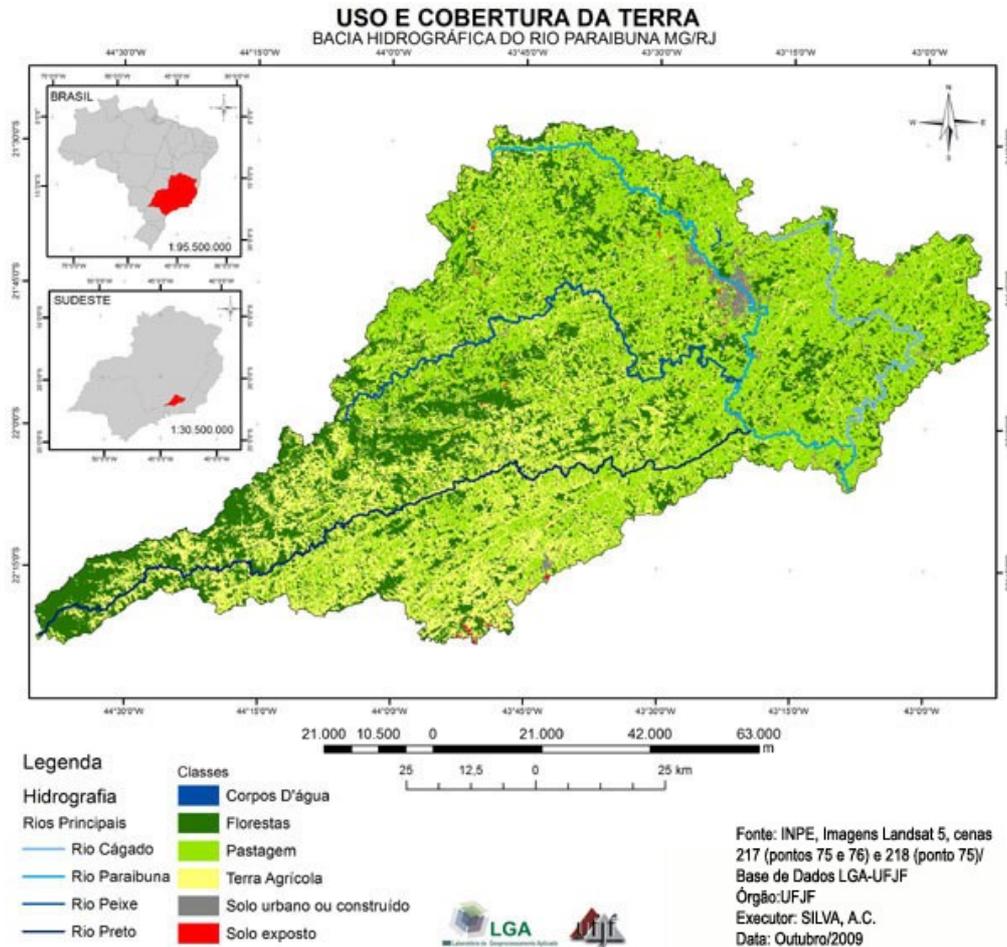


Figura 5: Mapa de Uso e Cobertura da Terra da Bacia do Rio Paraíba

### 3. Resultados e Discussão

Através da classificação supervisionada por assinatura de classes e a elaboração do mapa de Uso e Cobertura da Terra da Bacia do Rio Paraibuna (Figura 5) foi possível a análise das condições e distribuição dos elementos de cobertura da terra na bacia através da quantificação de seus valores, extraídos da tabela de atributos gerada pela Classificação Supervisionada (Tabela 01).

CLASSES	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ÁREA (km <sup>2</sup> )	ÁREA (%)
Solo Urbano ou Construído	117513000	117,51	1,37
Terra Agrícola	233050200	2330,50	27,11
Pastagem	3597307200	3597,31	41,84
Florestas	2429491500	2429,49	28,26
Corpos D'água	90365500	90,37	0,95
Terra Estéril e Solo Exposto	31813814,17	31,81	0,37
<b>TOTAL: CLASSES</b>		8596,99	100,00
<b>TOTAL: BACIA</b>		8.597,00*	100,00

\* Valor arredondado

Tabela 01: Área em metros e quilômetros quadrados (km<sup>2</sup>) das classes de uso e cobertura da terra da bacia do rio Paraibuna e em percentual (%).

De acordo com os resultados, podemos notar que a área da bacia é coberta em sua maioria por Pastagens, recobrando 41,84%, Áreas Florestadas representando 28,26%, Terras Agrícolas com 27,11%, Solo Urbano com 1,37%, Corpos d'Água e Terra Estéril com 1,05% e 0,37%, respectivamente.

Na área da Bacia do Rio Paraibuna, as pastagens, caracterizando-se como área de vegetação herbácea (gramíneas forrageiras e capim-gordura), compõem o antropismo de maior extensão. A maior parte destas áreas teve sua vegetação original retirada para agricultura no período colonial e correspondem hoje em áreas de vegetação secundária baixa, herbácea, utilizadas eventualmente para fins sem uso específico, atualmente recebe a pecuária enquanto principal atividade econômica rural da região. As áreas florestadas se concentram na porção centro-oeste e sudoeste da Bacia e se mantêm preservada devido o relevo fortemente ondulado nesta região. Embora fragmentadas, estas regiões são de suma importância para conservação dos recursos hídricos uma vez que garantem aos mananciais águas de melhor qualidade, menos sedimento e menor quantidade de poluentes.

As áreas agrícolas representam a terceira classe de maior representatividade na Bacia do Rio Paraibuna representando problemas bem maiores quanto ao aumento do escoamento superficial. De acordo com Gomes (1986), no setor agrícola, a presença de grande número de pequenos agricultores na zona da mata e conseqüentemente na bacia do rio Paraibuna justifica-se por ser a região de relevo bastante acidentado, limitando a disponibilidade de áreas próprias para a agricultura.

Podemos observar que no perímetro da área urbana concentram-se as ocorrências de solo exposto que ficam vulneráveis aos processos de erosão superficial devido os fluxos de água que percorrem estas áreas não pavimentadas e desprovidas de vegetação. As principais ocorrências correspondem aos movimentos de massa e surgimento de voçorocas comumente denominadas no meio urbano de “crateras”, atingindo casas e ruas, o que não foge às preocupações quanto à situação do município de Juiz de Fora nos períodos de chuvas intensas (Vitte e Guerra, 2007). Finalmente, quanto aos corpos d'água, estes foram identificados com maior representatividade nas imagens de satélite e na classificação quando em Represas, lagos, açudes. A estes resultados justificamos pela escala de análise. Como um pixel nas

imagens de satélite Landsat - 5 representam uma área de 30x30m, àqueles que possuam valores menores a este se tornam mais difícil de serem identificados.

#### 4. Conclusões

Quanto à utilização de tecnologias como suporte à utilização do sistema de classificação, o trabalho contribuiu para fornecer uma gama de informações favorecendo meios para análise da heterogeneidade espacial. A utilização ao método de Classificação Supervisionada por assinatura espectral se mostrou eficaz ao permitir à investigação de padrões de cobertura e uso da terra, e na coleta de amostras das classes homogêneas se baseando em conhecimento prévio da área da bacia. Quanto à análise qualitativa dos elementos presentes no Mapa de Uso e Cobertura da Terra, Devemos destacar que a bacia do Rio Paraibuna recebe um percentual de áreas urbanas pouco significativas, em contrapartida, é no uso intensivo do solo com atividades agrícolas e pastoris que devemos voltar nossa atenção, já que configuram quase 69% da área. Estas atividades sem meios para orientar o manejo adequado das terras e sem políticas de planejamento e desenvolvimento econômico podem comprometer significativamente os recursos hídricos e a qualidade dos solos da região.

Espera-se que os resultados obtidos tenham contribuído para o melhor conhecimento dos elementos e de suas proporções ao longo da Bacia do Rio Paraibuna, sendo fundamental este reconhecimento como subsídios a análises futuras capazes de atender a necessidades governamentais, institucionais ou de estudiosos do tema, no suporte do planejamento, análise ou monitoramento ambiental.

#### 5. Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, João Paulo de Carvalho. **Utilização de métodos e critérios para determinação de rio principal em bacias hidrográficas – o caso do Rio Paraibuna**. Juiz de Fora, UFJF 2009. 170p. (Monografia de Conclusão de Curso de Geografia)
- DREW, D. **Processos interativos homem – meio ambiente**. São Paulo: DIFEL, 1986.
- FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Bacia do Paraibuna: enquadramento das águas**. Belo Horizonte: FEAM-MG, 1996.44 p. (Relatório Técnico).
- \_\_\_\_\_. – Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais – Projeto Águas de Minas**. Monitoramento das Águas Superficiais de Minas Gerais. Belo Horizonte – FEAM / IGAM, 2000.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem da População 2007**. População recenseada e estimada, segundo os municípios - Minas Gerais – 2007.
- JENSEN, John R., 1949-**Sensoriamento remoto do ambiente : uma perspectiva em recursos terrestre** / John R, Jensen; tradução José Carlos Neves Epiphany (coordenador) et al. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.
- VIEIRA, Alice Maria Barreto. **Sistema de Classificação de cobertura e uso da terra: uma abordagem em múltiplos níveis/ Alice Maria Barreto Vieira**. – Rio de Janeiro: UFRJ/IGEO, 2005. xvi, 205 f., il. Tese (doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências.
- VITTE, A. C., GUERRA, A. J. T. (Orgs.) **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.