

## **Detecção de mudanças da cobertura e uso da terra no município de Ouro Preto – MG, no período de 1989 a 2010.**

Jairo Rodrigues Silva<sup>1,2</sup>  
Ana Clara Mourão Moura<sup>2</sup>  
José Marinaldo Gleriani<sup>3</sup>  
Waleska Pricila de Souza<sup>1</sup>  
Lucas Souza Magalhães<sup>1</sup>

Instituto Federal Minas Gerais – IFMG<sup>1</sup>  
Rua Pandiá Calógeras, 898 – Bauxita. CEP: 35400-000. Ouro Preto – MG.  
jairo.rodrigues@ifmg.edu.br; souza.waleska@yahoo.com.br; lucasdeva@hotmail.com

Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG<sup>2</sup>  
Rua Paraíba 697 – Savassi. CEP: 30130-140. Belo Horizonte –MG.  
anaclara@ufmg.br

Universidade Federal de Viçosa – UFV<sup>3</sup>  
Av. P.H. Rolfs s/n, campus UFV. CEP 36570-000. Viçosa-MG.  
gleriani@ufv.br

**Abstract:** Temporal analysis of land use and occupation changes permits to understand the processes that are occurring and make a prognosis of future trends. The study aimed to evaluate the changes in use and land cover in the city of Ouro Preto-MG from TM / Landsat 5. For the representation of the two scenarios were used the images 15/07/1989, 22/07/1989, 06/05/2010 and 13/05/2010. The geometric correction and atmospheric attenuation were done for each image, mosaics of images for the years 1989 and 2010 were built, the edge of the city of Ouro Preto was clipped from the municipal grid digital IBGE 2007. From this information, it was preceded to the automatic classification of images by determining the 5 classes of predominate uses: anthropic areas, sparse vegetation, dense vegetation, water and shade. The comparative analysis between the classified images shows that the dense vegetation class had a small reduction of 570 km<sup>2</sup> (45.78%) in 1989 to 561 km<sup>2</sup> (45.06%) in 2010, the sparse vegetation showed a large increase from 394 km<sup>2</sup> (31.65%) in 1989 rising to 539 km<sup>2</sup> (43.29%) in 2010, while class impacted area showed a large drop, had 256 km<sup>2</sup> (20.56%) in 1989 rising to 123 km<sup>2</sup> (9.88%) in 2010, and the classes water and shade were maintained with minor modifications. It was concluded that the disturbed area is in the process of regeneration and / or use for agriculture, which contributes to soil conservation.

**Palavras-chave:** remote sensing, image processing, land use \ land cover mapping, radiometer correction, sensoriamento remoto, processamento de imagens, mapeamento de uso e cobertura da terra, correção radiométrica.

### **1. Introdução**

Os impactos ambientais provenientes do uso e ocupação da terra vão variar de acordo com o tipo de ocupação, a intensidade de degradação ambiental, os impactos socioeconômicos e a qualidade de vida. Em regiões com relevo bastante acidentado os problemas de uso inadequado acentuam-se, realidade essa de diversas áreas do município de Ouro Preto-MG.

Com um conhecimento mais aprofundado do uso concreto que se faz do mundo real, é possível contextualizar as ações transformadoras das paisagens e conduzir uma mudança nos hábitos nocivos ao meio ambiente. Esse processo traria uma mudança radical nos comportamentos (Oseki e Pelegrino, 2004).

A representação cartográfica permite a representação da representação através de sua decomposição por suas variáveis componentes. A utilização das técnicas do geoprocessamento no estudo das transformações do uso e cobertura da terra promove a representação e a análise do espaço geográfico de forma dinâmica, permitindo operações entre mapas, gerando resultados que possibilitam acompanhar temporalmente as transformações ocorridas na área de estudo (Scheer e Rocha, 2006).

Visando compreender tais transformações o objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações ocorridas no uso e cobertura da terra no município de Ouro Preto-MG a partir de imagens TM/Landsat 5.

## 2. Materiais e métodos

### 2.1. Localização da área de estudo

A área de estudo compreende o município de Ouro Preto-MG (Figura-1), localizado na mesorregião metropolitana de Belo Horizonte, a qual apresenta um contexto de intensa ocupação, considerada antiga. Ocupa uma área de aproximadamente 1.245 Km<sup>2</sup>, e limita-se com os municípios mineiros de Itabirito, Santa Bárbara, Mariana, Piranga, Catas Altas da Noruega, Ouro Branco, Congonhas e Itaverava (IBGE, 2010).

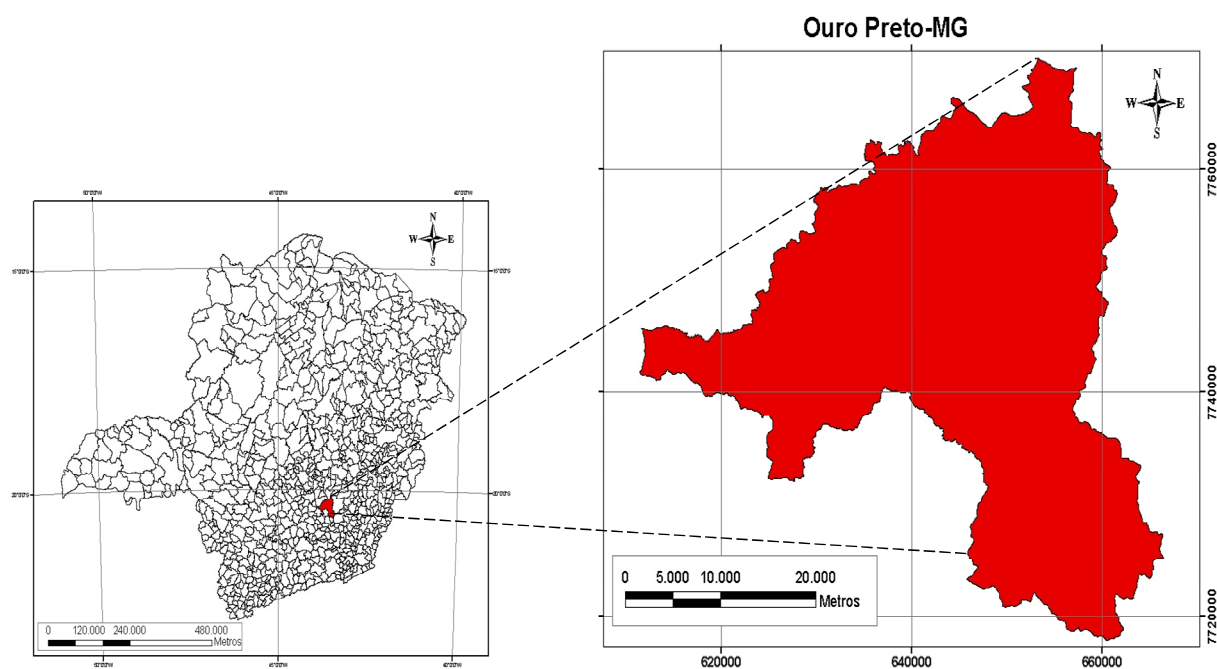


Figura 1. Localização do município de Ouro Preto-MG.

Apresenta clima do tipo Cwb, subtropical moderado úmido, com precipitações abundantes no verão (médias de 1450 a 1800 mm) e temperaturas frias, com uma média anual variando entre 17 e 18,5 C°. A vegetação é composta principalmente por Cerrado e Mata Atlântica. (FEAM 1995).

## 2.2. Metodologia de Trabalho

### 2.2.1. Imagens Utilizadas

Para a representação dos dois cenários a partir das datas 1989 e 2010, usou as imagens TM/Landsat 5 de 15/07/1989, 22/07/1989, 06/05/2010 e 13/05/2010. Utilizou-se as bandas 3,4 e 5, correspondentes a região do vermelho (0,63 a 0,69  $\mu\text{m}$ ), infravermelho próximo (0,76 a 0,90  $\mu\text{m}$ ) e infravermelho médio (1,55 a 1,75  $\mu\text{m}$ ). Para cobrir a área de estudo foram necessárias duas cenas de cada ano, cujas características encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Órbita/Ponto e data das imagens de satélite empregadas no estudo.

Ano	Órbita/ponto	Data
1989	217/74	15/07/1989
1989	218/74	22/07/1989
2010	217/74	06/05/2010
2010	218/74	13/05/2010

### 2.2.2. Correção geométrica e atenuação atmosférica das imagens

Visando uma análise, interpretação e conseqüentemente uma classificação confiável realizou a correção geométrica e a atenuação atmosférica para cada uma das imagens TM/Landsat-5. A correção geométrica se deu por meio do registro imagem-imagem a partir de uma imagem georreferenciada da área de estudo, sendo que a base para o processo foi outra imagem TM/Landsat-5 com projeção UTM/SAD69, cujos pontos de controle obtiveram um erro quadrático médio abaixo de 0,5 pixel.

Para realizar a atenuação atmosférica aplicou-se o modelo DOS2 (*Dark Object Subtration*), proposto por Chavez (1996).

$$\rho = \frac{\pi d^2 (L_{\text{sat}} - L_{\text{haze}})}{T_v (E_0 (\cos \theta_z) T_z)} \quad (1)$$

Onde  $\rho$  é a reflectância,  $d$  é a distância Terra-Sol em unidades astronômicas,  $L_{\text{sat}}$  é a radiância bruta no sensor,  $L_{\text{haze}}$  é a radiância devido ao espalhamento atmosférico,  $T_z$  é a transmitância ao longo do trajeto Sol-alvo,  $T_v$  é a transmitância no trajeto sensor-alvo (utilizou-se valor um),  $E_0$  é a irradiância espectral e  $\theta_z$  o ângulo zenital solar.

O valor adotado para o modelo DOS2 é em função do ângulo zenital Solar :  $T_z = \cos(\theta_z)$ .

$$L_{\text{sat}} = \text{ganhoDN} + \text{offset} \quad (2)$$

Onde, DN é o valor digital e os parâmetros de ganho e *offset* estão definidos em Chander e Markan (2003) e Chander et al (2007).

$$L_{\text{haze}} = L_{\text{min}} - L_{0,01} \quad (3)$$

$$L_{\text{haze}} = \text{ganhoDN}_{\text{min}} + \text{offset} \quad (4)$$

E  $\text{DN}_{\text{min}}$  é o mínimo valor digital obtido canal a canal (Chavez, 1996). A reflectancia de 1% para os alvo é definida em (5)

$$L_{0,01} = \frac{0,01 \cos \theta_z T_v E_0}{\pi d^2} \quad (5)$$

### 2.2.3. Confeção do mosaico e recorte da área de estudo

Foi realizada a confecção dos mosaicos das imagens para os anos de 1989 e 2010 (Figuras 2 e 3) após as correções geométrica e radiométrica. Recortou o limite do município de Ouro Preto a partir da malha municipal digital do IBGE 2007, sendo que os sistemas de projeção cartográfica e Datum adotados foram iguais aos adotados no georreferenciamento das imagens.

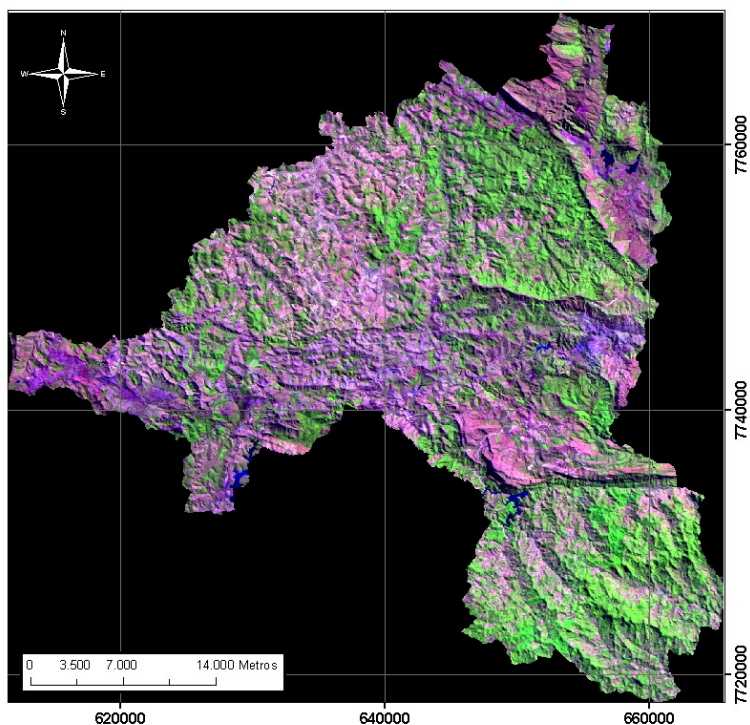


Figura 2. Mosaico das imagens TM/Landsat'5 da área do município de Ouro Preto-MG de 1989.

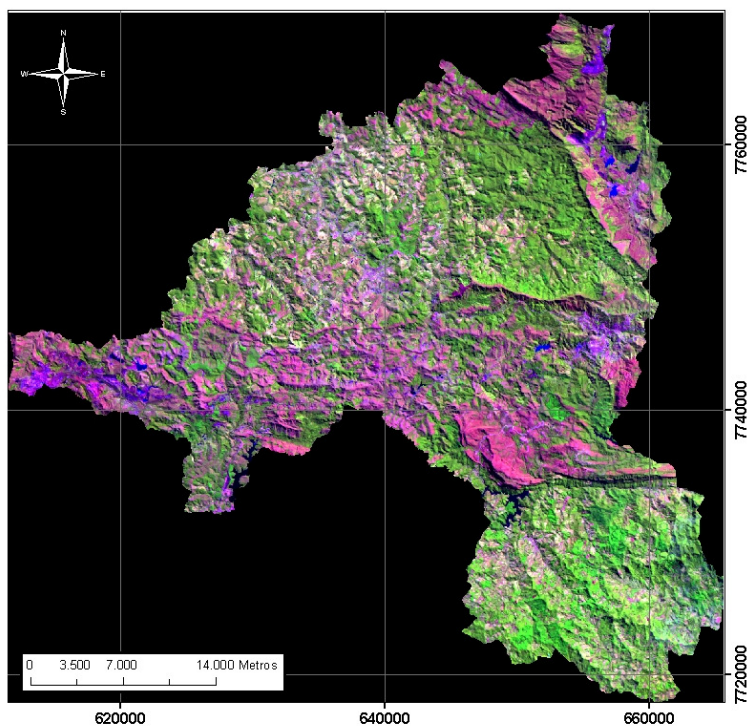


Figura 3. Mosaico das imagens TM/Landsat'5 da área do município de Ouro Preto-MG de 2010.

Através da análise visual das imagens e em virtude dos objetivos de estudo sobre a ocupação do solo na área, foram determinadas as classes predominantes de uso e cobertura da terra. Posteriormente, uma visita *in loco* em áreas previamente selecionadas correspondentes as classes determinadas permitiu a verificação da fidedignidade das informações.

A partir dessas informações, procedeu-se a classificação automática das imagens TM/Landsat-5, utilizando-se o algoritmo da Máxima Verossimilhança. Na área de estudo foram determinadas 5 classes predominantes: área antropizada (área urbana, área de mineração, pastagem, solo exposto), vegetação rala (afloramento rochoso, campo rupestre e áreas em processo de regeneração), vegetação densa (cerradão e formações florestais), água (rios e barragens) e sombra.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1. Mapeamento do uso e cobertura da terra no município de Ouro Preto-MG nos anos de 1989 e 2010.

As imagens do satélite TM/Landsat-5 obtidas em julho de 1989 e maio de 2010 foram classificadas em cinco classes: área antropizada, vegetação rasteira, vegetação densa, água e sombra (Figuras 4 e 5). A análise dos dados quantitativos (Tabela 2) permitiu comparar a evolução do uso e ocupação da área de estudo.

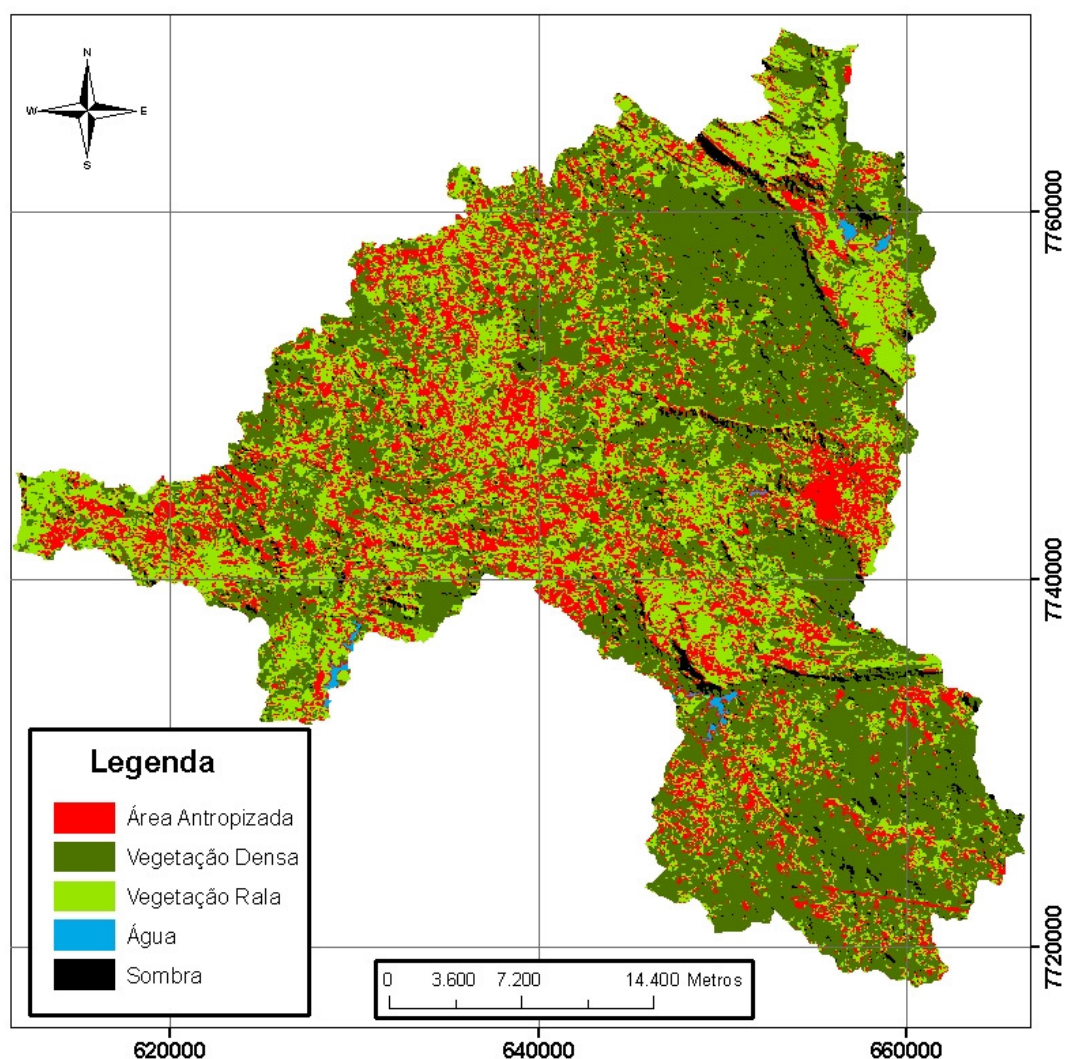


Figura 4. Imagem temática obtida a partir da classificação da imagem TM/Landsat-5 de 1989 do município de Ouro Preto-MG.

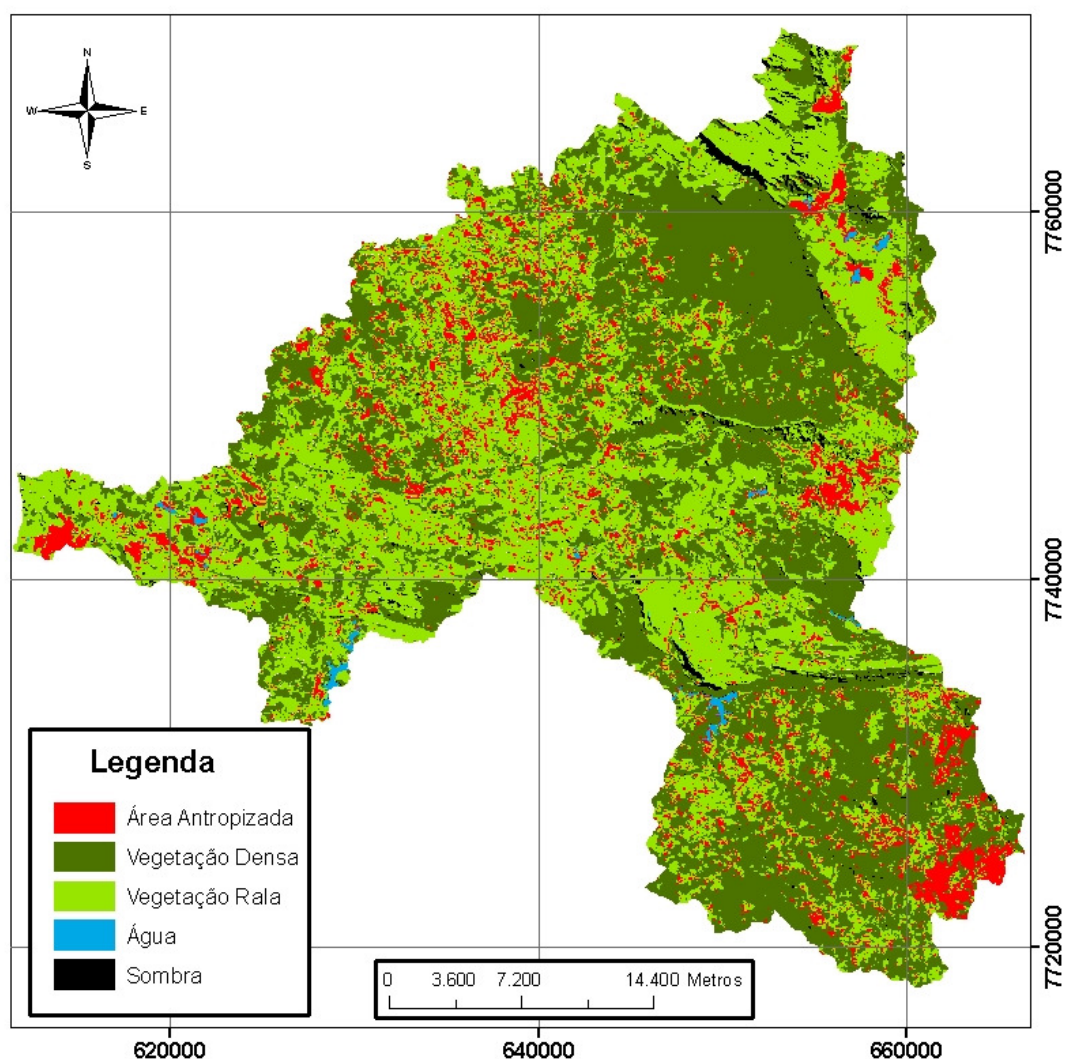


Figura 5. Imagem temática obtida a partir da classificação da imagem TM/Landsat-5 de 2010 do município de Ouro Preto-MG.

A análise dos dados permite observar que a classe vegetação densa ocupava uma área de 570 km<sup>2</sup> (45,78%), seguida por vegetação rala com 394 km<sup>2</sup> (31,65%), área antropizada com 256 km<sup>2</sup> (20,56%), sombra com 21 km<sup>2</sup> (1,69%) e água com 4 km<sup>2</sup> (0,32%).

Tabela 2. Avaliação quantitativa das classes de uso e cobertura da terra para os anos de 1989 e 2010 do município de Ouro Preto-MG.

<b>Classes Fisionômicas</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)1989</b>	<b>%</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)2010</b>	<b>%</b>
Vegetação Rala	394	31,65	539	43,29
Água	4	0,32	5	0,4
Área Antropizada	256	20,56	123	9,88
Vegetação Densa	570	45,78	561	45,06
Sombra	21	1,69	17	1,37
<b>total</b>	<b>1245</b>	<b>100</b>	<b>1245</b>	<b>100</b>

Uma análise visual comparativa entre a imagem classificada de 1989 e a imagem classificada de 2010 mostra que a maioria das áreas classificadas com vegetação Densa mantiveram-se preservadas, ao considerar os dados, observou que teve uma pequena redução da referida classe, de 570 km<sup>2</sup> (45,78%) no ano de 1989 para 561 km<sup>2</sup> (45,06%) em 2010.

A classe vegetação rala apresentou um grande aumento em sua área, apresentava 394 km<sup>2</sup> (31,65%) em 1989 passando para 539 km<sup>2</sup> (43,29%) em 2010, enquanto que a classe área antropizada apresentou grande redução, apresentava 256 km<sup>2</sup> (20,56%) em 1989 passando para 123 km<sup>2</sup> (9,88%) em 2010, sendo assim, áreas antes classificadas como área antropizada passaram a pertencer a classe Vegetação Rala. Uma análise visual comparativa entre as imagens de 1989 e 2010 permite observar que algumas áreas encontram-se em processo de regeneração, até mesmo nas áreas próximas a sede do município de Ouro Preto (Figura 6).

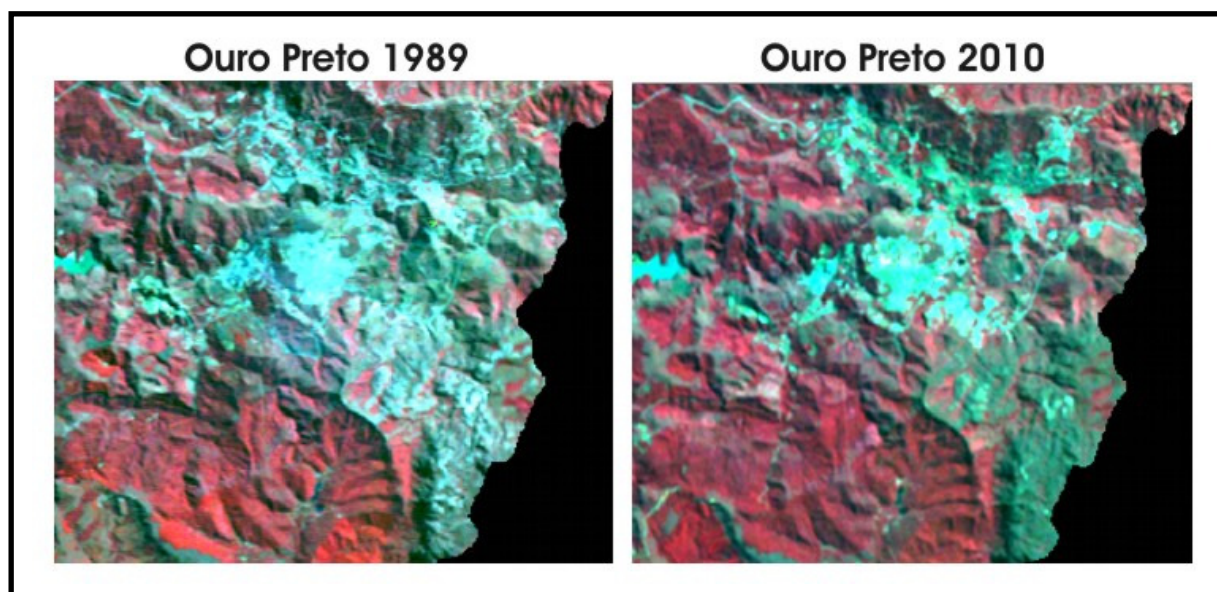


Figura 6. Imagem TM/Landsat-5 bandas 4(R), 3(G) e 2(B) dos anos de 1989 e 2010.

A classe água apresentou pequena alteração, ocorrendo um aumento, passando de 4 km<sup>2</sup> (0,32%) em 1989 para 5 km<sup>2</sup> (0,4%) em 2010, realidade essa que provavelmente é resultante de novas barragens de rejeito nas áreas pertencentes a mineradoras. A classe sombra também apresentou pequena alteração, aumentando de 21 km<sup>2</sup> (1,69%) em 1989 para 17 km<sup>2</sup> (1,37%) em 2010. As áreas classificadas como sombra encontram-se principalmente em áreas de relevo acidentado cuja vegetação predominante é o campo rupestre.

#### 4. Conclusões

Ao longo dos últimos 20 anos, no município de Ouro Preto-MG a vegetação densa sofreu poucas alterações, com uma variação menor que 1%, o que indica que as áreas com a presença de cerradão ou florestas encontram-se preservadas. Dos 256 km<sup>2</sup> de área antropizada em 1989, 133 km<sup>2</sup> (mais de 50% da área antropizada em 1989) encontra-se em processo de regeneração e/ou utilização para a agricultura e pecuária, o que contribui para a conservação dos solos.

#### 5. Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do CNPQ e da FAPEMIG.

## 6. Referencias Bibliográficas

Chander, G.; Markham, B. Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v.41, n.11, p.2674-2677, 2003

Chander, G.; Markham, B.; Barsi, A. Revised Landsat-5 TM radiometric calibration. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v.4, n.3, p.490-494, 2007

Chavez Jr., P.S. Image-based atmospheric corrections - revisited and improved. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.62, n.5, p.1025-1036, 1996.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades 2007**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm>. Acesso em: 10 de Outubro de 2010.

Scheer, M.A.P.S.; Rocha, J.V. Detecção de mudanças no uso da terra no município de Sertãozinho'SP por meio de técnicas de geoprocessamento, 1981 – 2001. **Rev. Brasileira de Cartografia**, n 58, p. 163'174, 2006.

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Plano de manejo da Estação Ecológica do Tripuí**, Ouro Preto, MG. FEAM, Belo Horizonte, v.1. 1995.

Oseki, J.H.; Pellegrino P.R.M. **Paisagem, Sociedade e Ambiente**. In: Junior A.F.; Romério, M.A. Curso de gestão ambiental. Editora Manoele, 2004. 1035p.