

## **Dinâmica do uso e ocupação da terra em pequenos municípios do semiárido brasileiro entre 1993 a 2008: o caso de Teofilândia/BA**

José Luiz Oliveira Batista<sup>1</sup>  
Rosângela Leal Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mestrando do Programa de Pós Graduação em Modelagem em Ciência da Terra e do Ambiente - Universidade Estadual de Feira de Santana. Avenida Transnordestina, S/N - Novo Horizonte Caixa Postal: 252 e 294 - Tel: (75) 3224-8200 CEP: 44036-900 – Feira de Santana – BA – Brasil. betouefs@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Professora Dr<sup>a</sup> da Universidade Estadual de Feira de Santana e integrante do Programa de Pós Graduação em Modelagem em Ciência da Terra e do Ambiente - UEFS. Avenida Transnordestina, S/N - Novo Horizonte Caixa Postal: 252 e 294 - Tel: (75) 3224-8200 CEP: 44036-900 – Feira de Santana – BA – Brasil. rosangela.leal@gmail.com

**ABSTRACT.** To represent the socioeconomic dynamics of the semi-arid region, it was evaluate the temporal-spatial evolution characteristics this region. It was chosen a small city (approximately 21,000 inhabitants), with an average profile on the social and economic aspects of the semi-arid region and analyzed the changes in the land use and occupation over a period of 15 years (1993 to 2008). It was used images from subsequent periods to capture the seasonal contrast between dry and wet periods due to the high contrast presented by the landscape, especially in relation to biomass concentration in these two distinct periods. It was used remote sensing techniques to go along by digital image processing of Landsat 5 TM (216/68 at 10.12.1993 end 02.03.2008). The DIP technique was divided into three stages: preprocessing, processing and post-processing. It was made the atmospheric correction using the “dark pixel” method. Subsequently it was made the cutting of study area, the color composite RGB, and applied the supervised classification using the maximum likelihood algorithm. It was defined five main classes of land use e land cover: pasture, bare soil, Caatinga, urban and water. The final result proved the extensive use of land through the practice of extensive farming present in the study area.

**Palavras-chave:** remote sensing, digital processing of images, supervised classification, agricultural extensive. sensoriamento remoto, processamento digital de imagens, classificação supervisionada, agricultura extensiva.

### **1. INTRODUÇÃO**

Ao longo de quase cinco séculos de latifúndio, o problema da propriedade da terra no Brasil só se agravou. A terra encontra-se concentrada praticamente nas mãos de um pequeno número de latifundiários, que exploram e oprimem milhões de camponeses, que por sua vez ou possuem muito pouca ou nenhuma terra.

A concentração da propriedade da terra no país evoluiu para a absurda situação em que um ínfimo número de latifundiários (2% ou 22 mil) detêm mais da metade (200 milhões de hectares) das terras tituladas do país, enquanto o restante está distribuído para médios e pequenos proprietários que são quase 5 milhões. Fala-se que essa realidade está mudando, mas se realmente estar acontecendo esta mudança, ela está ocorrendo muito lentamente para a região do semiárido brasileiro e quase imperceptível em alguns lugares pequenos, a exemplo de municípios de Teofilândia/BA.

As principais atividades econômicas registradas no início da formação deste município, estiveram voltadas para criação de gado e a cultura do agave o que demandou a mudança da vegetação nativa (Caatinga) para áreas de pastagem e outras culturas temporárias (feijão, milho, batata-doce, mandioca, etc.). Ao analisar a dinâmica socioeconômica do município, observa-se que a situação atual do município praticamente é a mesma, os principais usos e cobertura da terra estão voltados para a agropecuária, principalmente a pecuária extensiva. O agave antes considerado como uma fonte de renda para a população perdeu muito seu valor de mercado e não mais representa uma fonte viável para a mesma e com isso, os agricultores vêm utilizando essas áreas para formação de pastagem.

Para melhor representar a dinâmica socioeconômica do município, este trabalho tem como objetivo realizar uma análise do mapeamento do uso e ocupação da terra entre os anos de 1993 e 2008, utilizando técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) para compor um quadro de visão mais ampla sobre a evolução temporo-espacial desta região. Embasou-se na premissa, explícita por Mota (1981), de que o uso inadequado do solo pelo homem é um fator agravante da degradação ambiental e desequilíbrio ecológico. Foram utilizadas duas imagens do satélite Landsat 5 TM, buscando abordar um lapso temporal (1993 e 2008), bem como incluir a variação sazonal (período seco e chuvoso), tão significativa e característica das regiões semiáridas.

## 1.2 Localização e características da área de estudo

Este trabalho foi desenvolvido no município de Teofilândia - Bahia que dista 194 km de Salvador, Figura 01. Está situado no Polígono das Secas do Estado, em uma área de clima sub-úmido a seco megatérmico, com a vegetação predominante de Caatinga arbórea/arbustiva, sendo seu uso predominante para pastagens e, periodicamente, agricultura temporária. Nesta área predominam rochas e estruturas características dos domínios do embasamento, representados por gnaisses, granulitos, granitóides e metassedimentos, que forma um conjunto de rochas coerentes.

A hidrografia do município é composta por rios e riachos intermitentes, estes só possuem água em seus leitos quando ocorre forte precipitação, que deixa de correr algumas horas após a chuva cessar. O fornecimento de água para a população na sede e em alguns povoados é fornecida pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA), e na zona rural a grande maioria consome a água dos açudes e represas sem ser tratada, causando danos à saúde dos moradores. Nos últimos quatro anos através de programas do governo federal, observam-se algumas mudanças neste quadro onde se verifica a presença da água tratada em algumas casas da zona rural.

Localização do município de Teofilândia Bahia

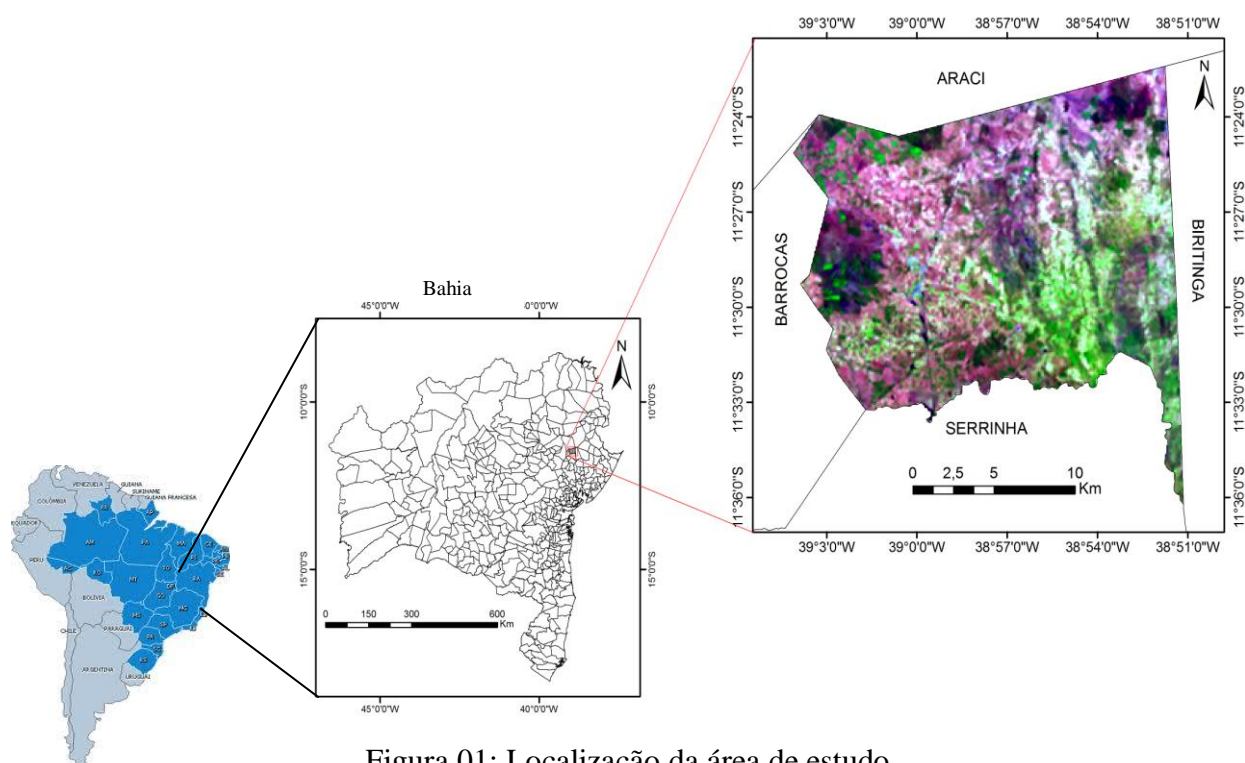


Figura 01: Localização da área de estudo

## 2. Metodologia do Trabalho

### 2.1 Materiais

Para o desenvolvimento do trabalho foram necessários os seguintes materiais:

- ✓ Mapas analógicos e digitais pré-existent (SIG-BA e SRH 2003, dados do IBGE 2006).
- ✓ Imagens de satélite do Landsat 5 TM de 10-12-1993 e 03-02 de 2008, cena 216/68 (órbita e ponta), com resolução espacial de 30 metros, temporal de 16 dias; espectral 7 bandas (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7) e radiométrica de 8 bits;
- ✓ Mapa digital do município de Teofilândia;
- ✓ Computadores – *Softwares* como (*Idrisi, Envi 4.3, Arc View 3.3, Arc map 9.2, Global Mapper, Word 2007* e o *Excel* );
- ✓ GPS e Câmera fotográfica digital

### 2.2 Procedimentos metodológicos

Para efetivação deste trabalho foram realizados levantamentos bibliográficos e dos dados de mapas analógicos e digitais, processamento de imagens, campo e análise dos dados e a validação dos mesmos.

As classes dos diferentes usos e ocupação definidas, neste trabalho, estão embasadas na metodologia do “Sistema de Classificação da Cobertura e do uso da Terra” proposto pelo Manual Técnico do uso da Terra IBGE (2006). A nomenclatura do Uso e da Cobertura da Terra foi concebida partindo do esquema teórico da cobertura terrestre que abrange os dois primeiros níveis hierárquicos propostos (terra e água) pelo manual.

Para o estudo sobre o uso e ocupação do solo decorrente da dinâmica entre a sociedade e o meio ambiente, considerou-se os conceitos de Rosa (2003), que para ele “consiste em buscar o conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou pela caracterização dos tipos e categorias de vegetação natural que reveste o solo” e de Aguiar (2002), ao afirmar que “o estudo do solo consiste na obtenção de informações sobre o modo como o espaço está sendo alterado pelo homem, ou ainda, como se caracteriza a cobertura vegetal original”.

Santos (1997) aborda que a cobertura que é definida como sendo os elementos da natureza, que também poderia ser chamar de primeira natureza, ou seja, aquela que de acordo com o autor ainda mantém suas características naturais, pode e é modificada pelas práticas e ações exercidas pelo homem, transforma o espaço de acordo com os objetivos, os interesses e as ações dos agentes inseridos nesse espaço geográfico. Conforme Corrêa (2001), o conjunto destas práticas que implicam em criar, manter, desfazer e refazer as formas ou interações espaciais que se constitui num conjunto de ações espacialmente localizadas que repercutem diretamente no espaço.

#### *Processamento Digital de Imagem – PDI*

Como importante técnica das geotecnologias para se trabalhar com imagens de sensoriamento remoto, o PDI, tem como função fornecer ferramentas para facilitar a identificação e a extração de informações contidas na imagem para posteriores interpretações Crósta (1993). Elas também incluem os aplicativos de correção atmosférica e de correção de ruídos quando necessário Ponzoni e Shimabukuro (2007). As imagens corrigidas são submetidas aos processos de realce ou classificação, ou ambos Schowengerdt (2007).

Sobre o tratamento de imagens digitais, Moreira (2005) afirma que o PDI constitui-se como importante conjunto de técnicas responsáveis para o trabalho com imagens em Sensoriamento Remoto, possibilitando que uma imagem “bruta” de difícil interpretação seja

processada, analisada e interpretada o mais próximo possível do que condiz com a realidade. As técnicas do PDI são divididas em três etapas: Pré-processamento, Processamento e Pós-processamento.

As técnicas de pré-processamento têm como objetivo preparar as imagens para serem efetivamente utilizadas pelos usuários. Elas incluem aplicação de algoritmos que visam corrigir imperfeições geométricas e radiométricas e normalmente são aplicadas pelos fornecedores das imagens. Elas também incluem os aplicativos de correção atmosférica e de correção de ruídos quando necessário.

A etapa do processamento consiste nas técnicas que tem por objetivo melhorar a qualidade visual das imagens. O pós-processamento está relacionado com o resultado de uma operação de análise de imagem; é uma descrição da imagem de entrada (lista de propriedade do objeto, posição, tamanho, formato), um campo vetorial representando o movimento de objetos em uma sequência de imagens, mapas, ou uma representação gráfica. A figura 02 mostra o fluxograma dos procedimentos metodológicos utilizados no PDI.

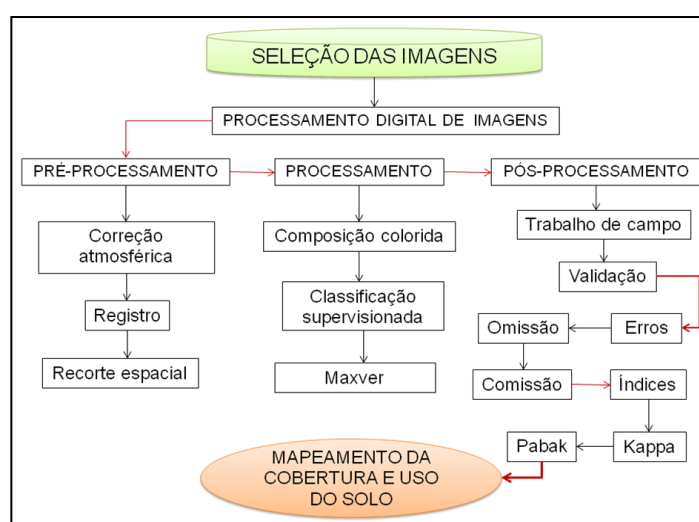


Figura 02: Fluxograma metodológico da classificação maxver

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1 Classificações maxver das imagens de (1993 e 2008)

A Classificação utilizada foi a classificação supervisionada, isto porque já temos certo conhecimento sobre a área de estudo, logo, pode-se utilizar este tipo de classificação sem necessariamente fazer a classificação não-supervisionada. Dentre os algoritmos usados para este tipo de classificação (paralelepípedo, mínima distancia, distância mahalanobis, máxima verossimilhança, etc.), optamos em utilizar o Maxver, por ser um dos mais utilizados e pela robustez que o mesmo apresenta ao classificar imagens de sensoriamento remoto.

Foram identificadas e selecionadas cinco principais classes (água, área urbana, caatinga, pastagem e solo exposto). Ressalta-se, que destas classes, a de área urbana permaneceu com a mesma área durante o período estudado, por esta não ter apresentado nenhum crescimento significativo em construções de imóveis na sede do município durante o recorte temporal.

A primeira classificação realizada foi a do ano de 1993, Figura 03. Nesta classificação a classe que mais se destaca em termo de área em km<sup>2</sup>, Quadro 01, é a classe de pastagem com 211 km<sup>2</sup> seguido da classe solo exposto com 74,7 km<sup>2</sup> que juntos correspondem a 79,94% do total da área do município. Em seguida aparece a classe caatinga com 69km<sup>2</sup> da área total. A classe de área urbana representando a sede possui 2,1 km<sup>2</sup> e com a menor porção do território, a classe água identificada nesta imagem que possui apenas 0,2 km<sup>2</sup>.

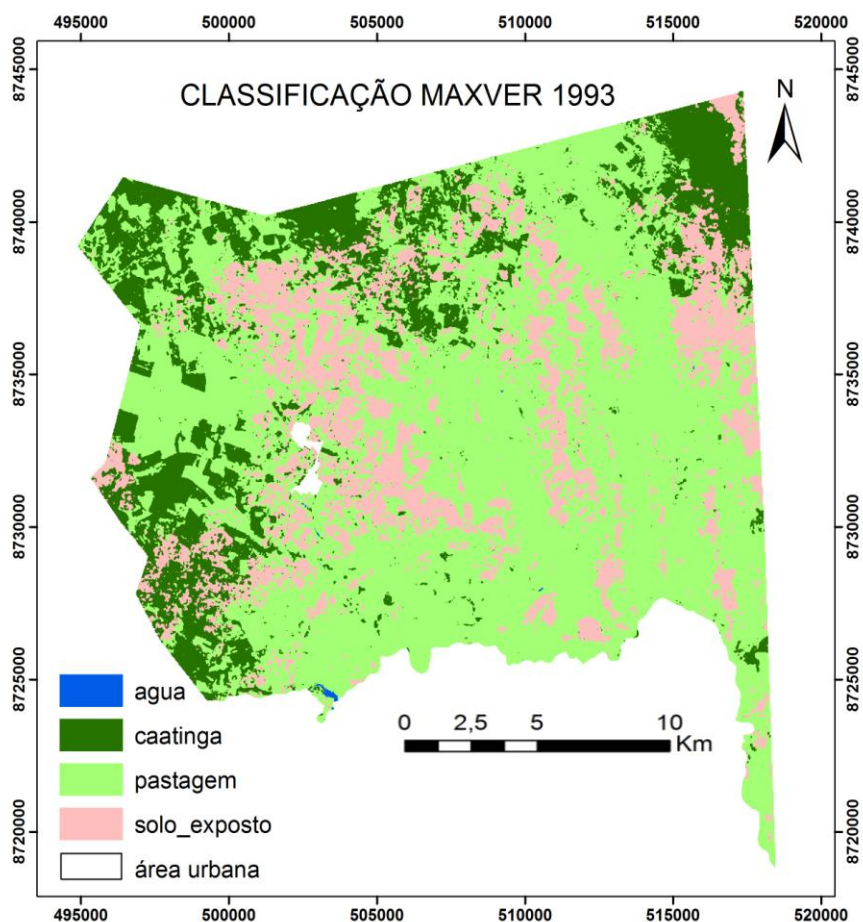


Figura 03: classificação maxver de 1993

Quadro 08: Área das classes em 1993	
Classes	Valor em km <sup>2</sup>
Água	0,2
Área urbana	2,1
Caatinga	69
Pastagem	211
Solo exposto	74,7
<b>Total</b>	<b>357</b>

Na classificação de 2008, Figura 04, observa-se um aumento significativo na área da classe solo exposto de 19,3 km<sup>2</sup> oriundo principalmente da pastagem que reduziu 10,55 km<sup>2</sup> de sua área em relação à classificação do ano anterior. A classe água aumentou sua área em 100% quando comparado com a classificação feita em 1993, passou de 0,2 km<sup>2</sup> em 1993 para 0,4 km<sup>2</sup> em 2008, Quadro 02. A classe área urbana permaneceu com 2,1km<sup>2</sup> do total da área estudada.

Quadro 02: Área das classes em 2008	
Classes	Valor em km <sup>2</sup>
Água	0,4
Área urbana	2,1
Caatinga	60,5
Pastagem	200
Solo exposto	94
<b>Total</b>	<b>357</b>



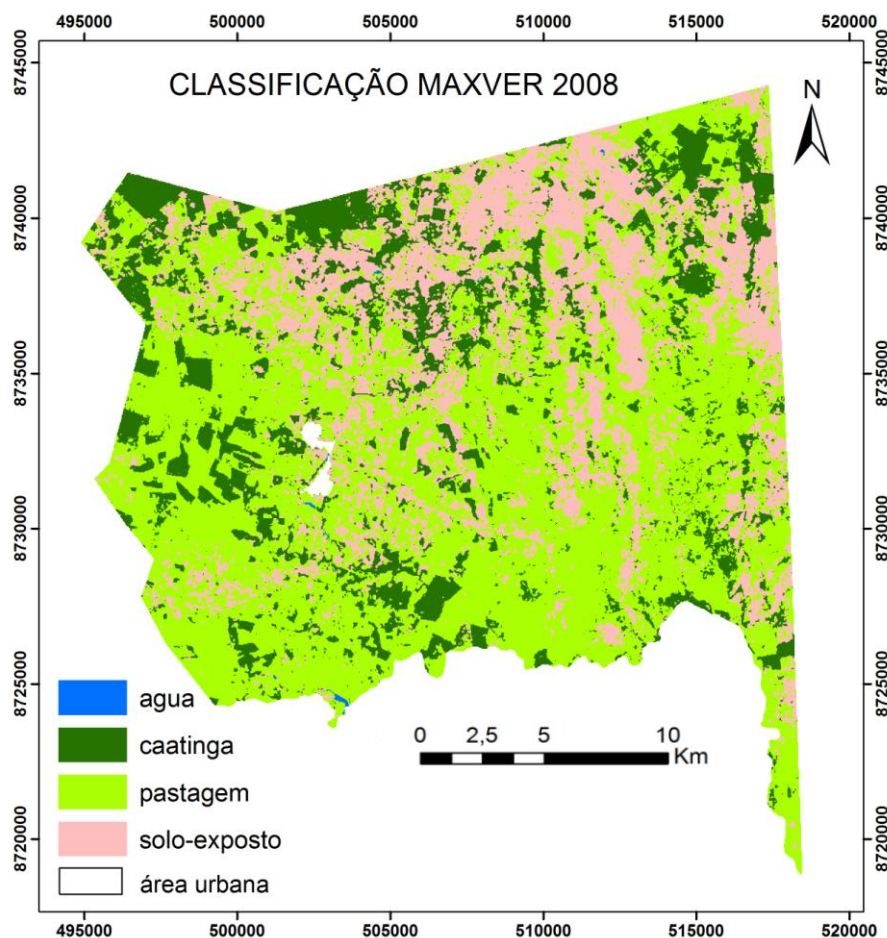


Figura 04: Classificação maxver de 2008

De acordo com as análises feitas sobre as classificações em cada ano, observa-se que a classe que mais variou no tamanho da área no período estudado foi a classe de solo exposto. Enquanto em 1993 registrou-se 74,7 km<sup>2</sup> de área, no ano de 2008 foram registrados 94,00 km<sup>2</sup>. A segunda classe que mais alterou os valores de sua área durante o recorte temporal estudado foi a pastagem que se registrou uma diminuição de 10,55 km<sup>2</sup>. A classe caatinga, terceira mais expressiva em termo de alteração no recorte temporal estudado, reduziu sua área em 8,77 km<sup>2</sup> que passou a fazer parte principalmente da área de solo exposto.

A classe área urbana, por uma questão metodológica e por esta não apresentar uma expressiva dinâmica espaço-territorial no recorte temporal da área de estudo, foi considerada com o mesmo valor da área. A classe água obteve alterações significativas em seu valor total, variou de 0,2 km<sup>2</sup> em 1993 para 0,4 km<sup>2</sup> em 2008. Dois fatores contribuíram diretamente para o aumento registrado neste último ano. Primeiro, em 1993 registrou-se um período de estiagem prolongado e, segundo, durante este período aumentou o número de açudes e barragens no município.

### 3.2 Trabalho de campo

Nas atividades de campo realizadas, percorreu-se em vários lugares onde se registrou um total de 128 pontos (Figura 05) com um aparelho de GPS. Também foi feita uma caracterização paisagística dos lugares onde foram coletados os pontos, para em seguida verificar sua localização na imagem e a que tipo de classe faz parte.

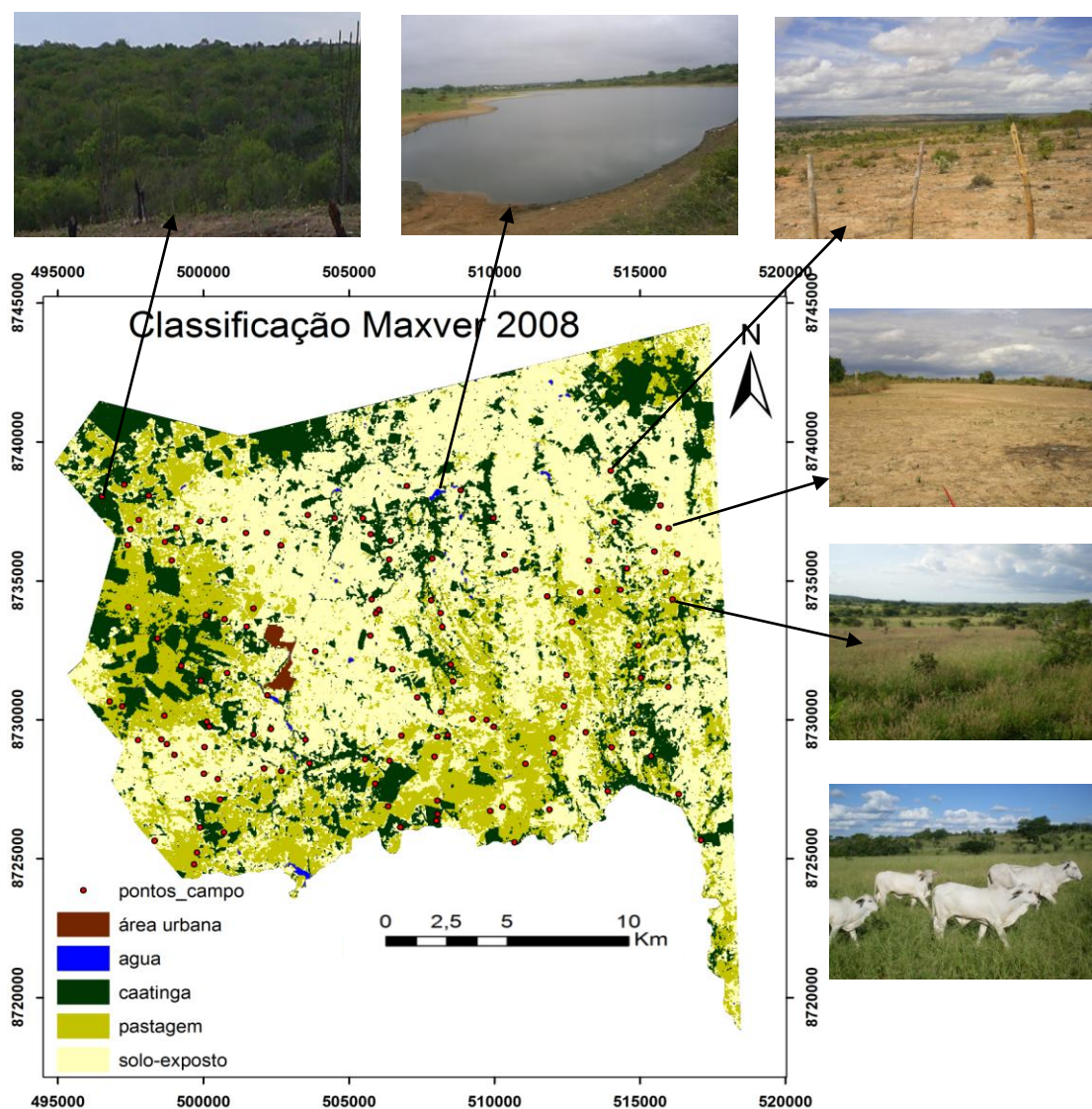


Figura 05: Plotagem dos pontos de campo

Os resultados apresentados pelos pontos coletados em campo e plotados na imagem digital, mostraram-se satisfatórios na medida em que se verificou que foram coletados pontos de todas as classes em vários lugares diferentes, auxiliando na verificação da classificação supervisionada feita nas imagens da área pesquisada.

Para garantir a veracidade da classificação é preciso averiguar a acuracidade da mesma. Para isso, os mapas temáticos resultantes das classificações deverão ser comprovados com a verdade de campo, sendo o resultado desta comparação demonstrado através de uma matriz de confusão e do Índice de Kappa – IK Fonseca (2001). O calculado o Índice de Kappa - índice que mede a acurácia dos dados espaciais desde que os dados colecionados em campo sejam utilizados como referências, Congalton e Mead (1983), varia entre 0 e 1, e os dados serão mais acurados quanto mais o índice se aproximar de 1. O resultado do IK (0,86) mostrou-se satisfatório, uma vez que de acordo com a literatura, valores entre 0,8 a 1 são considerados quase perfeitos.

#### 4. Conclusões

O resultado final deste trabalho comprovou o uso extensivo da terra através das práticas da agropecuária extensiva, onde se verifica que (79,94%) da área do município corresponde a classe de pastagem e solo exposto, sendo que esta última é na sua grande maioria decorrente

da necessidade de sobrevivência da população que por falta de suporte técnico, se vê obrigada utilizar práticas agrícolas arcaicas causando empobrecimento do solo e por conseguinte abrindo novas trincheiras para realizar suas culturas.

A utilização das técnicas de PDI mostrou-se eficiente quanto ao mapeamento e caracterização do uso e cobertura da terra, com baixos custos operacionais e elevada eficiência, permitindo também, a partir dos resultados obtidos, pensar em medidas adequadas referentes ao planejamento territorial e ações de intervenção públicas.

Assim, a utilização de novas técnicas de mapeamento utilizando o PDI, mostrou o quanto a geotecnologia pode auxiliar na aquisição e manipulação de informações e monitoramento do meio ambiente. Estas novas técnicas de manipulação de dados também servem como importante ferramenta para o auxílio nas políticas de planejamento do uso e ocupação da terra, independentemente da escala, oferecendo subsídios importantes para diagnosticar a situação dos recursos naturais e favorecer na relação sociedade versus natureza.

### **Agradecimentos**

Agradeço a professora Rosangela Leal pelo compromisso e dedicação nas orientações. Agradeço também a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb), pelo apoio financeiro concedido.

### **Referências Bibliográficas**

AGUIAR, A.P.D. (2002): “**Land Use and Cover Change**. Disponível em: <www.inpe.gov.br>. Acesso em 25/03/10.

**BAHIA**, Superintendência de Recursos Hídricos (SRH).CD ROM SIG Bahia, 2003.

CORRÊA, R. L. Espaço: um conceito chave da Geografia. In: Castro, I. de; GOMES, P. C.; CORRÊA. R. L. (Orgs). **Geografia conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2001.

CONGALTON, R. G & MEAD R.A. A quantitative method to test for consistency and correctness in photointerpretation. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.49, n.1, p.69-74, 1983.

CRÓSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagem de Sensoriamento Remoto**. Campinas São Paulo: IG/UNICAMP,1993.

FONSECA, Leila Maria Garcia. **Processamento Digital de Imagens**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001

**IBGE** – (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Manual técnico de uso da Terra. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3. ed., atual, ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2005.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos, SP: Silva Vieira Edições, 2007

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 5. ed. Uberlândia, MG: UFU, 2003. p. 203. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr>. Acesso em 23/01/10.

SANTOS, M. **Metamorfose do Espaço Habitado**. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1997

SCHOWENGERDT, R. A.**Remote sensing: models and methods for image processing**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2007.

<http://hidroweb.ana.gov.br> – séries históricas. Acessado em 18-08-2010.