

## Sensoriamento Remoto na Análise da Expansão do Uso e Ocupação do Solo em Petrolina-PE

Tatiana Ayako Taura <sup>1</sup>  
Ivan André Alvarez <sup>1</sup>  
Iêdo Bezerra Sá <sup>1</sup>  
Lúcio Alberto Pereira <sup>1</sup>  
Saulo Medrado dos Santos <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Semiárido  
BR-428, km 152. Petrolina-PE  
{tatiana.taura; ivan.alvarez; iedo; lucio.ap}@cpatsa.embrapa.br

<sup>2</sup> Universidade de Pernambuco  
Campus Petrolina; BR 203 Km 2 S/N. Petrolina – PE  
saulinhomedrado@hotmail.com

**Abstract.** The scenarios seen on the San Francisco river has a high-use change and land cover caused by the pressure of human activities over the past 20 years. The exchange of areas of vegetation for areas of agriculture and urbanization has caused changes in the landscape and has encouraged studies of restoration of vegetation and monitoring of human actions. The analysis of expanding the use and occupation of different times allows the monitoring indicates the direction and speed of change over time and allows this remote sensing analysis from satellite imagery and techniques of digital image processing. This paper presents the methodology used to construct maps of land use and coverage of the city of Petrolina and resulted in the quantification and location of the classes of use in the years 1989, 1997 and 2008.

**Palavras-chave:** temporal analysis, landscape dynamics, remote sensing, análise temporal, dinâmica da paisagem, Sensoriamento Remoto

### 1. Introdução

Segundo Soares Filho (1998), para estudar a dinâmica da paisagem é necessário mapear os padrões de uso e cobertura da terra para com isso avaliar como cada elemento da paisagem se relaciona com o outro espacialmente e temporalmente. Segundo Altmann et al. (2009) O mapeamento do uso e cobertura das terras retrata as atividades humanas que pode significar pressão e impacto sobre os elementos naturais. As classes de uso e cobertura são identificadas, especializadas, caracterizadas e quantificadas. A vegetação é um elemento sensível à condições e tendências da paisagem reagindo de forma distinta e rápida às variações. Seu estudo permite conhecer as condições naturais do território e as influências antrópicas recebidas. O acompanhamento da vegetação em diferentes épocas indica a mudança, sua direção e a velocidade ao longo do tempo, permitindo construir cenários atuais e até reconstruir cenários passados. Trata-se de uma forma de encontrar soluções relativas à conservação de ecossistemas naturais ou à recuperação da cobertura vegetal (SANTOS, 2004).

O sensoriamento remoto é uma das ferramentas mais utilizadas para o estudo da Terra devidos as suas principais vantagens em relação a outros métodos de coleta de dados da superfície terrestre. Dentre estas vantagens, destacam-se a visão panorâmica de uma região, característica muito útil para estudos de fenômenos dinâmicos; cobertura global da Terra, ou seja, sensores captam imagens de todas as regiões do Planeta; as imagens de sensoriamento remoto permitem obter em uma ampla região com as mesmas condições de iluminação,

característica essencial para o estudo e análise de imagens; e presença de diferentes sensores capazes de medir a energia infravermelha (CENTENO, 2003).

Este trabalho teve como objetivo construir cenários nos anos de 1989, 1997 e 2008 das classes de uso e cobertura da terra do município de Petrolina-PE a partir da interpretação de imagens de sensoriamento remoto para fins de estudos de recuperação da cobertura vegetal e monitoramento das ações antrópicas sobre o ambiente.

## **2. Metodologia de Trabalho**

A metodologia empregada partiu do estudo preliminar das características ambientais do município, e em seguida o levantamento das imagens e aplicação de técnicas de processamento digital para fins de mapeamento. Segue de forma detalhada as etapas realizadas.

### **2.1 Localização e características ambientais da área de estudo**

Petrolina se localiza no extremo oeste do Estado do Pernambuco e está inserida na Rede Integrada de Desenvolvimento Econômico Petrolina-Juazeiro. O clima predominante é Semiárido Tropical e têm como características períodos curtos de chuvas com precipitações anuais que variam entre 300 a 800 mm, apresenta altos valores de temperatura do ar e altas taxas de evapotranspiração que resulta na redução da disponibilidade de água na maior parte do ano. Este clima severo é o principal responsável pelo predomínio de rios temporários e da vegetação xerófito, marcada por cactáceas e outras espécies espinhosas (ROCHA, 2009). Segundo o Sistema de Classificação Fitogeográfica para a Vegetação (VELOSO et al, 1992), enquadra caatinga na formação Savana Estépica. É uma região predominantemente voltada para atividades agropastoris e por apresentar condições climáticas desfavoráveis, dificulta o acesso dos produtores e criadores de animais a água. Esta dificuldade tem sido contornada com a implantação de perímetros irrigados e de infraestruturas de irrigação em geral. São identificadas três grande zonas: de sequeiro, perímetro de irrigação e de ribeirinha, caracterizadas pelas diferentes formas de acesso a água. Zona de sequeiro, é aquela que conta com recursos hídrico resultantes das chuvas e não aproveita da água do Rio São Francisco e as atividades agrícolas giram em torno de riachos e cursos d'água temporários. A Zona ribeirinha encontram-se nas margens do Rio São Francisco e a água para irrigação é diretamente bombeada sem necessidade de infraestrutura. As zonas de perímetro de irrigação se ressaltam na paisagem por estarem em zona de sequeiro e, no entanto apresentam uma agricultura intensiva. Em Petrolina existem três perímetros em funcionamento: Bebedouro, criado em 1968; Nilo Coelho, 1984; e Maria Teresa, 1997.

### **2.1 Obtenção e pré-processamento das imagens de satélite**

Foram utilizadas imagens disponíveis gratuitamente do Banco de Imagens do INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais) do satélite Landsat TM5, com resolução espacial de 30 metros. Na Tabela 1 apresentam as cenas do satélite que compõem o município, datas de passagens e suas respectivas órbitas/pontos. As cenas foram selecionadas pelos seguintes critérios: a cobertura de nuvens não ultrapassando a 10% do município; as datas de passagens no período de seca de setembro a novembro e as cenas nas três décadas: 80, 90 e atual sejam de preferência no mesmo período e nas mesmas condições de iluminação. Estes critérios são imprescindíveis para a etapa de classificação das imagens de diferentes períodos, podendo atribuir as classes nas diferentes imagens independentemente do ano. Durante a seleção houve cenas que não atenderam todos os critérios, como disponibilidade no período de seca e presença intensa de nuvens, selecionando as que mais se aproximava nas condições de iluminação. As imagens foram georeferenciadas no programa Erdas da Leica a partir de pontos de controle coletados por GPS 60 CSX da Garmin e da base cartográfica do IBGE

(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Em seguida, as imagens formaram cenas a partir do processo de mosaico por município em composição falsa-cor, RGB 543. Todas as imagens foram aplicadas técnicas de realce e contraste para realçar os alvos para a etapa de processamento e a projeção adotada foi a Universal Transversa de Mercator (UTM), datum WGS84, fuso 24L Sul.

Tabela 1. Relação das imagens de Satélite utilizadas no trabalho

Data da Imagem	Órbita/Ponto
17.09.89	217/66
16.06.90	217/67
23.09.97	217/66 e 67
16.11.05	217/67
05.09.08	217/66

## 2.2 Processamento das imagens

O processamento das imagens foi realizado no SPRING versão 5.0 (Sistema de processamento de Informações Geográficas - INPE) que possui módulos de processamento de imagens com algoritmos de segmentação, e integra formatos raster e vetorial no mesmo ambiente. Nesta fase, as imagens passaram pelas seguintes etapas: Segmentação; Extração de regiões e Classificação. A segmentação é uma técnica em que somente as regiões espacialmente adjacentes são agrupadas segundo algum critério de similaridade. O critério utilizado foi o valor espectral armazenado nos pixels onde calculou-se os atributos espectrais como: a média, a variância e a textura na imagem. Foram utilizados dois limiares: similaridade e área mínima. O limiar de similaridade foi estabelecido como o valor mínimo abaixo do qual duas classes são consideradas similares e agrupadas em uma única região. Se a diferença entre o valor do pixel e a média da região vizinha for maior que o valor de similaridade definido, o pixel não é agrupado àquela região. O limiar área mínima é o número mínimo de pixels necessários para que uma área fosse individualizada. Utilizou-se o limiar de similaridade 13 e de área mínima 70 pixels e estes valores foram escolhidos por apresentarem o melhor resultado durante o particionamento das classes espectrais semelhantes, ou seja, as classes semelhantes foram englobadas para uma mesma região nas imagens do satélite Landsat TM5 com resolução de 30 metros.

A etapa de classificação foi com base na interpretação visual, atribuindo para cada intervalo espectral definida na etapa anterior, uma classe pré-definida. As classes de uso predominantes na área de estudo foram selecionadas com base no conhecimento prévio da área de estudo. Foram calculados os índices de vegetação da diferença normalizada, ou seja, o NDVI para cada cena, pois permitiu a discriminação dos diferentes tipos de vegetação. Segundo Liu (2006), os valores de NDVI mais alto indica que trata-se de uma vegetação mais densa ou vegetação em pleno vigor de crescimento. As classes foram: Cobertura vegetal; Área irrigada; Área de pastagem e Área de Agricultura sequeira; Corpo d'água; Dunas; Área urbana e Nuvem/sombra. A cobertura vegetal foi sub-classificada em quatro tipos devido a diferentes respostas espectrais apresentadas. Denominamos florestada, arbustiva, subarbustiva e rasa.

- a) Florestada: Cobertura vegetal densa, com porte alto nos topos de morros;
- b) Arbustiva: Cobertura vegetal densa, com porte médio e presença de claros entre os indivíduos;
- c) Subarbustiva: Cobertura vegetal menos densa, com porte baixo e textura gramínea; e
- d) Rasa: Cobertura vegetal menos densa que as anteriores com indivíduos bastante espaçados.

Os padrões utilizados na classificação foram aplicados em todas imagens nos diferentes anos. Devido a Escala de trabalho, as áreas de agropecuária, ou seja, áreas de tensão ecológica, que se encontram dentro de grandes fragmentos de vegetação, foram dissolvidas, ou sejam foram generalizadas englobando em suas respectivas classes de vegetação.

### 2.3 Trabalho de verificação terrestre

O trabalho de verificação terrestre foi realizado em 2009 durante os trabalho de coleta de dados de campo. Foram percorridas as principais estradas, georeferenciadas as áreas representativas das classes pré definidas na etapa de processamento de imagens. Auxiliou na verificação bases cartográficas, como imagens de alta resolução disponíveis no laboratório de Geoprocessamento da Embrapa Semiárido, como Ikonos e Geoeye e o Mapa da Cobertura Vegetal e Uso das Terras do Bioma Caatinga – PROBIO na escala 1:100.000 de 2007.

### 2.4 Pós processamento das imagens

Após a fase de classificação das imagens e trabalho de campo, foi realizada a pós-classificação editando-se as classes de uso e cobertura das terras que se confundiam nas imagens e não foram possíveis de diferenciar pelo classificador. Foram agrupadas as 4 classes de vegetação e denominadas de cobertura vegetal. As regiões foram convertidas em polígonos e realizada a suavização das bordas. Após esta etapa foram calculadas as áreas para cada classe em km<sup>2</sup> e produzidos os mapas de uso e cobertura da terra nos anos de 1989, 1997 e atual.

## 3. Resultados e Discussão

Nas figura 3, 4 e 5 apresenta os resultados dos cenários do uso e cobertura das terras na escala 1:100.00 nos anos de 1989, 1997 e 2008. Observa-se visualmente uma intensa alteração do uso das margens do Rio São Francisco, e o crescimento das áreas irrigadas, tanto nas Zonas ribeirinhas quanto nos Perímetro irrigados. A área urbana da cidade de Petrolina apresentou um crescimento expressivo nos 20 anos que separam os dois cenários (1989 e 2008). Nas tabelas 1, 2 e 3 apresenta as classes de uso quantificadas em km<sup>2</sup> e calculadas o percentual em relação a área do município de 4559 km<sup>2</sup>, área oficial do município informada pelo IBGE. No gráfico 1 apresenta um comparativo das áreas mapeadas por classes de uso e no gráfico 2 a perda da cobertura vegetal nos três anos analisados. Observa-se que houve uma perda da cobertura vegetal para áreas de agropecuária de aproximadamente de 808 km<sup>2</sup>, ou seja 17,74% do município. O aumento de áreas irrigadas de 1989 e 2008 foi de aproximadamente 162 km<sup>2</sup>. Observa-se nos mapas e nas tabelas que a mudança foi mais representativa no período de 1989 e 1997 do que 1997 e 2008.

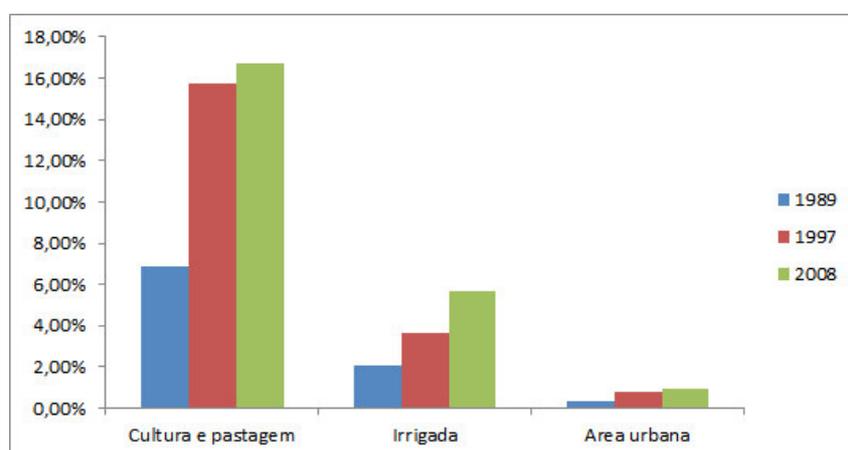


Figura 1. Comparação das classes de uso nos anos de 1989, 1997 e 2008

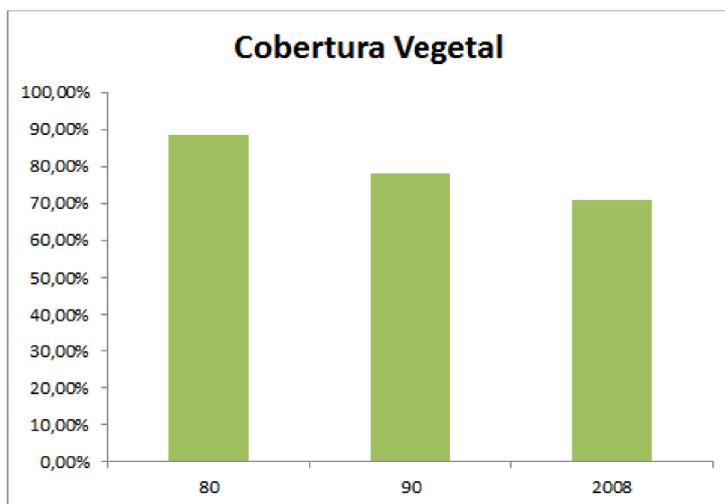


Figura 2. Comparação da perda da cobertura vegetal nos anos de 1987, 1997 e 2008.



Figura 3. Mapa de Uso e Cobertura da Terra de 1989

Tabela 2. Cenário de Uso e Cobertura da Terra de 1989/1990.

<b>Classe de Uso da Terra</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
Água	77,72	1,70%
Cultura e pastagem	312,36	6,85%
Área Irrigada	95,81	2,10%
Área urbana	14,83	0,33%
Cobertura vegetal nuvem/sombra	4035,86	88,53%
<b>Total</b>	<b>4559</b>	<b>100,00%</b>

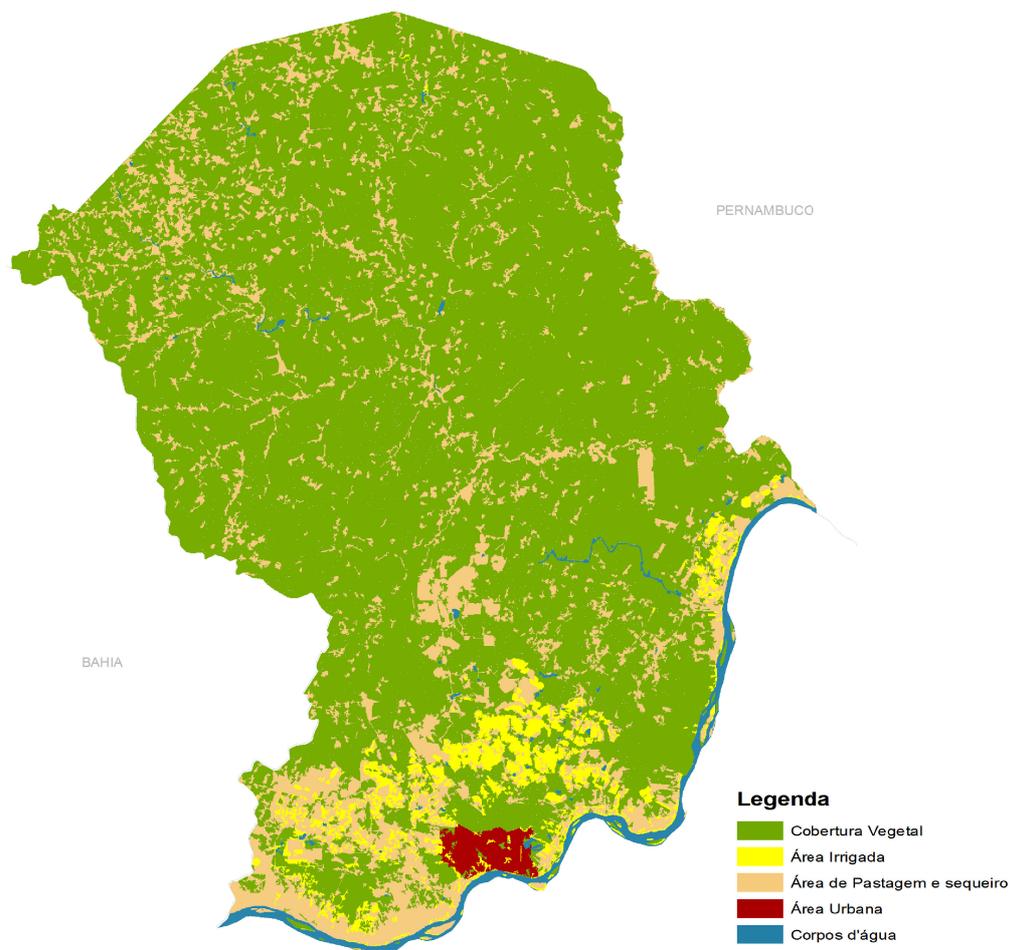


Figura 4. Mapa de Uso e Cobertura da terra de 1997.

Tabela 3. Cenário de Uso e Cobertura da Terra de 1997

Classe de Uso da Terra	Área (km <sup>2</sup> )	%
Água	82,41	1,81%
Cultura e pastagem	716,21	15,71%
Área Irrigada	166,24	3,65%
Área urbana	36,19	0,79%
Cobertura vegetal nuvem/sombra	3557,95	78,04%
<b>Total</b>	<b>4559</b>	<b>100,00%</b>

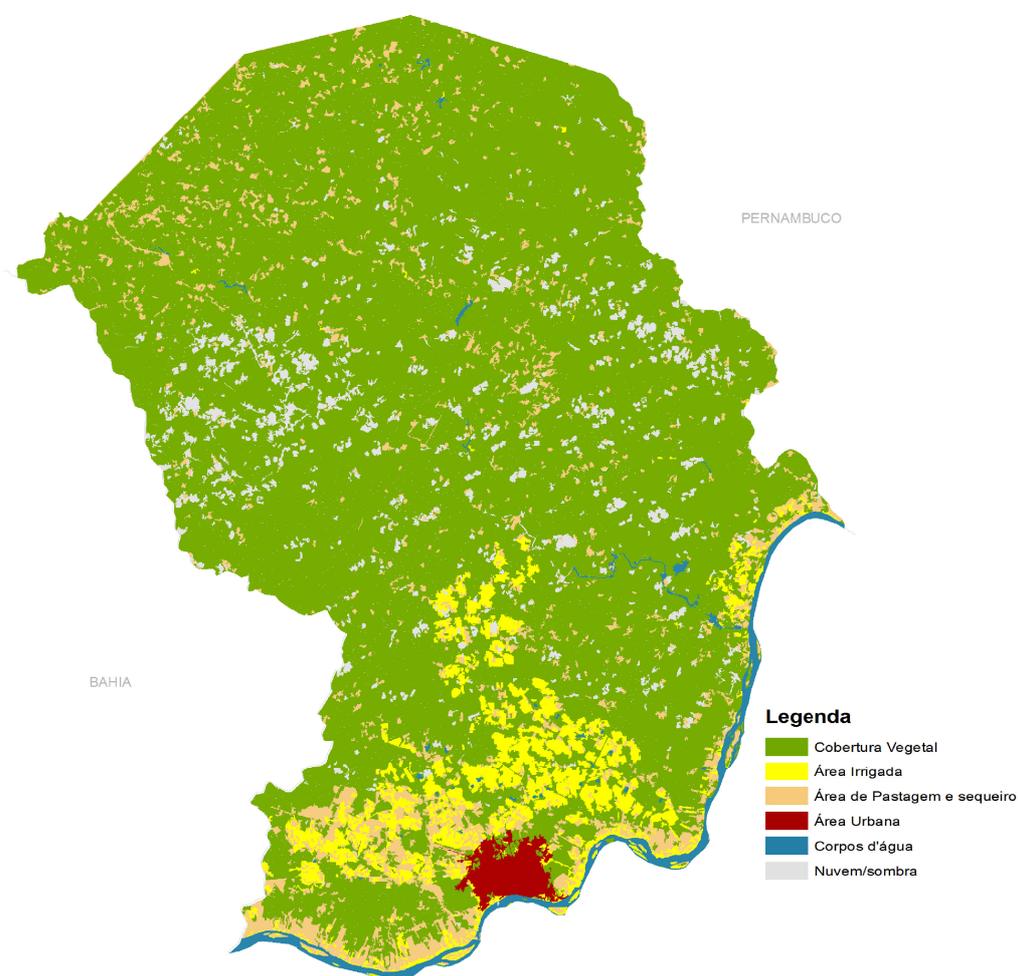


Figura 5. Mapa de Uso e Cobertura da Terra de 2008.

Tabela 4. Cenário de Uso e Cobertura da Terra de 2008.

Classe de Uso da Terra	Área (km <sup>2</sup> )	%
Água	76,19	1,67%
Cultura e pastagem	761,81	16,71%
Área Irrigada	258,25	5,66%
Área urbana	43,8	0,96%
Cobertura vegetal nuvem/sombra	3227,18	70,79%
	191,77	4,21%
<b>Total</b>	<b>4559</b>	<b>100,00%</b>

#### 4. Conclusões

O presente trabalho explorou os aspectos relativos à utilização do sensoriamento remoto na elaboração dos mapas de uso de cobertura da terra no município de Petrolina. Observou-se nos resultados que a mudança foi mais intensa nas margens do Rio São Francisco principalmente no intervalo de 1989 e 1997 e um dos fatores dessa mudança foi o crescimento dos perímetros irrigados, aumento das áreas agropecuárias e da área urbana, ou seja as pressões antrópicas decorrentes da atividade agrícola são intensas há décadas. A utilização de imagens de sensoriamento remoto permitiu reconstituir os cenários da dinâmica do uso e cobertura da terra, acompanhar as principais mudanças na paisagem, como cobertura vegetal, área de uso agropecuário e área urbana.

Segundo Tony et al (2009) as margens do município de Petrolina esta caracterizada em ações de desmatamentos e práticas inadequadas de uso dos recursos florestais da mata ciliar. Neste trabalho, realizado numa escala maior (1:50.000), permitiu detectar a existência de forte pressão sobre as áreas de vegetação ciliar, bem como em áreas de vegetação primária, para a implantação de projetos agrícolas, assentamentos rurais, implantação de chácaras, estimulando a degradação dos solos e vegetação, cujo fenômeno está ligado à ausência de um manejo adequado e respeito à legislação ambiental. Evidenciou as áreas de sedimentos aluvionares ocupadas com sistemas agropecuários, evidenciam sérios problemas de salinização e perda da camada superficial do solo.

Observa-se uma a cobertura vegetal foi superestimada, pois foi necessária aplicar a operação de generalização, já que pequenas áreas de agropecuária obtiveram um tamanho visível na escala de trabalho (1:100.000), para análise mais detalhada é necessária adoção de imagens de resolução espacial maior, e um trabalho mais intenso de classificação da cobertura vegetal para os trabalhos de recuperação.

#### Referências Bibliográficas

- Altmann, A L.; Eckhardt, R. R.; Rempell, C. Evolução Temporal do Uso e Cobertura da terra – Estudo de Caso no município de Teutônia – RS -Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 61/03 p. 273-289, 2009.
- Centeno, J. S. Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens Digitais. Curitiba: Ed. UFPR, 2003.210p.
- Liu, W. T. H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Campo Grande: Ed. UNIDERP, 2006. 908p.
- Veloso et al. Manual técnico da Vegetação brasileira. Manuais técnicos de Geociências. 92p. IBGE: 1992.
- Santos, R. F. dos. **Planejamento Ambiental - teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.
- Rocha, W. F. Situação da Cobertura Vegetal do Bioma Caatinga. In: **Mudanças Climáticas e Desertificação no Semiárido Brasileiro**. Embrapa Semiárido/Embrapa Informática Agropecuária, Petrolina-PE e Campinas-SP, 2009.
- Soares Filho, B. S. **Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica**. 1998. 299 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP). São Paulo, 1998.
- Cunha, T. J. F.; Sá, I. B.; Petreire, V. G.; Oliveira Neto, M. B.; Taura, T. A.; Araújo Filho, J. C.; Silva, M. S.; Oliveira, W. S.; Lucena, <sup>a</sup> M. A. **Uso atual e quantificação de áreas degradadas na Margem do Rio São Francisco no município de Petrolina-PE**. XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Fortaleza-CE, 2009 .