

ANÁLISE MULTITEMPORAL DO RIO SÃO FRANCISCO, NO TRECHO ENTRE
OS MUNICÍPIOS DE SÃO ROMÃO E SÃO FRANCISCO NO ESTADO DE
MINAS GERAIS.

André Luciancencov Redivo¹,
Miguel Farinasso²,
Verônica Moreira Ramos¹,
Renato Fontes Guimarães¹,
Osmar Abílio de Carvalho Júnior³.

¹UnB – Universidade de Brasília.

alredivo@unb.br

²Codevasf - Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco
Departamento de Geoprocessamento – SEDE

miguelf@codevasf.gov.br

³INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

osmar@ltd.inpe.br

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto; Análise Multitemporal; Rio São
Francisco.

Eixo Temático: 3 - Aplicação da Geografia Física à Pesquisa.

Sub-eixo: 3.3 - Gestão e Planejamento Ambiental.

Introdução

A Bacia do Rio São Francisco representa um importante indutor do desenvolvimento de diversos estados brasileiros e, principalmente, da região Nordeste (Lima et al., 2001). No passado este rio foi responsável pela ocupação do território brasileiro, servindo de caminho preferencial para as bandeiras, sendo denominado de “Rio da Unidade Nacional” (Codevasf, 2001). O Rio São Francisco responde por 73% da disponibilidade de águas superficiais do Nordeste (Codevasf, 2001), viabilizando a agricultura na região, que é denominada de polígono da seca, através de projetos de irrigação. Por outro lado à implantação dos perímetros de irrigação intensificou o uso de fertilizantes e agrotóxicos que são carregados para o rio, ameaçando as atividades de piscicultura devido à contaminação da água. Outro problema causado pela agricultura é o aumento da perda de solo por erosão, pois para a implementação das lavouras foram retiradas as coberturas vegetais, inclusive as matas ciliares, aumentando a carga de sedimentos carregados para o rio contribuindo com o aumento do assoreamento. Esse quadro é consequência do aumento desordenado dos processos de urbanização, industrialização e expansão agrícola, verificada a partir da década de 1950 (Setti, 2001).

A utilização de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto na identificação e compreensão das modificações geradas pelo homem no meio ambiente são cada vez mais freqüentes nos estudos ambientais. Uma das técnicas utilizadas com freqüência por diversos autores é a análise multitemporal (Alencar, 1996, Assis e Matos, 2001, Souto e Amaro, 2003, Souza, 2003, Montero et al., 2003, entre outros). Segundo Novo (1988) a análise multitemporal consiste na manipulação de imagens de uma mesma área em datas diferentes, podendo desta forma identificar as transformações desta área em relação ao tempo.

Diante disto este trabalho tem como objetivo analisar um trecho de aproximadamente 30 Km do Rio São Francisco, entre os municípios de São Romão e São Francisco no Estado de Minas Gerais, a partir da interpretação de fotografias aéreas de 1950 e de uma imagem Landsat7 ETM+ de 1999, com a finalidade de comparar o uso do solo na área num período de aproximadamente 50 anos. Como objetivos específicos podemos destacar os seguintes:

- Confecção de um mapa de uso do solo, a partir das fotografias aéreas de 1950.
- Confecção de um mapa de uso do solo, a partir da imagem Landsat7 ETM+ de 1999.
- Comparação das áreas de cada classe dos mapas de uso do solo, demonstrando a evolução do uso em 50 anos.
- Criação de buffers de áreas de preservação permanente, estabelecidos pela Lei 4771/65 do código florestal, observando o cumprimento desta no trecho analisado.

Caracterização da Área

A área de estudo compreende um trecho de aproximadamente 30 Km do Rio São Francisco, localizado no Médio São Francisco, contida nos municípios de São Romão, Pintópolis, Icaraí de Minas e São Francisco, no Estado de Minas Gerais (Figura 1).



Figura 1 - Localização da Área de Estudo.
(clique na figura para ampliá-la)

Com relação aos solos da região podemos destacar a presença de grandes manchas de podzólicos, latossolos e de solos areno-quartzosos profundos. Observam-se também pequenas manchas cambissolos, solos litólicos, hidromórficos e areias quartzosas (Figura 2). Especificamente no trecho analisado encontramos solos aluviais, formados pela dinâmica fluvial do Rio São Francisco, podzólicos, latossolos e solos areno-quartzosos profundos (Codevasf, 1985).

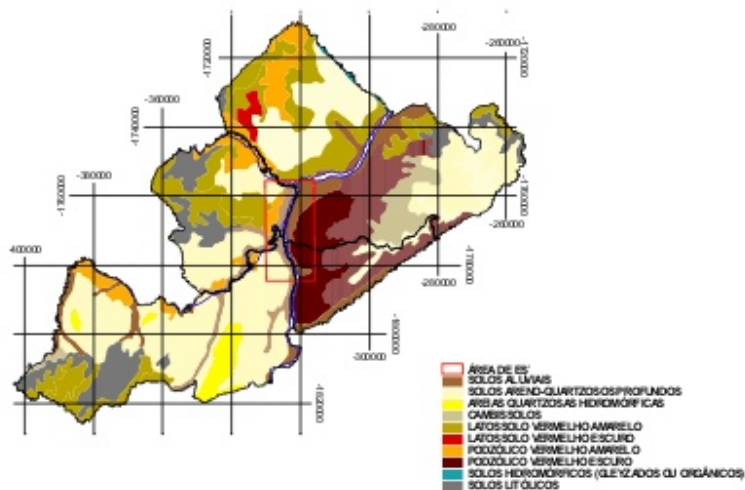


Figura 2 – Mapa de Solos da Área de Estudo.

O clima do Médio São Francisco possui características de uma área tropical semi-árida, com médias de temperatura anual de 24°C e evapotranspiração de 2.900mm. As chuvas caem de Novembro a Abril com médias anuais entre 600mm a 1.400mm (Codevasf, 2001). A vegetação é do tipo cerrado e caatinga, com presença de pequenas matas serranas. A margem esquerda do Rio São Francisco é bem mais úmida, com rios permanentes e vegetação perenifólia. Na margem direita a precipitação é menor, os rios são intermitentes e a vegetação é típica de caatinga (Codevasf, 2001).

Neste trecho o Rio São Francisco apresenta um padrão de canal do tipo anastomosado, que apresenta como característica grande volume de carga de fundo que, conjugado com as flutuações das descargas, ocasionam sucessivas ramificações ou múltiplos canais que se subdividem e se reencontram, separados por ilhas assimétricas e barras arenosas. A quantidade de carga detrítica, grosseira e heterogênea em conjunto com as flutuações das descargas, permite a seleção, deposição de material e conseqüentemente a formação de bancos de areia. Essa topografia do leito promove a divergência de fluxos e o ataque às margens (Cunha, 1995).

Metodologia para a Classificação das Fotografias Aéreas

A metodologia descrita neste item refere-se aos procedimentos adotados para a confecção do mapa de uso do solo do trecho analisado, a partir de fotos aéreas obtidas pelo levantamento aerofotogramétrico do Vale do São Francisco, realizado pela SUVALE entre os anos de 1948 a 1953 (Figura 3). Para tanto, foram utilizados os seguintes procedimentos metodológicos:

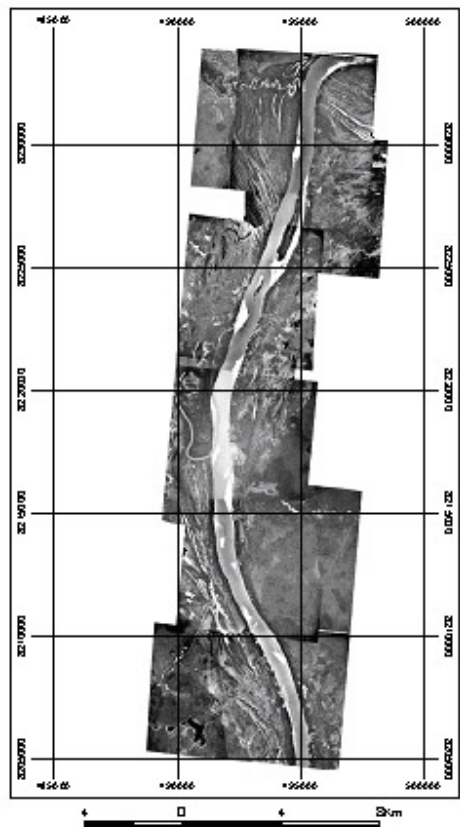


Figura 3 – Mosaico das Fotografias Aéreas do Trecho Analisado

a) Registro das Fotografias Aéreas:

As fotografias foram registradas no software Erdas Imagine, usando um processo de retificação em duas dimensões. Foram identificados pontos de controle nas fotografias correspondentes a pontos visíveis em cartas na escala de 1:100.000, como cruzamento de estradas, confluência de rios, etc. Nesse processo, o erro da transformação de primeira ordem foi calculado em termos da raiz da soma dos quadrados dos erros em relação à média (root mean square error - RMS) (Erdas, 1999).

b) Mosaico das Fotografias Aéreas.

Este procedimento foi realizado de forma automática pelo software Erdas Imagine a partir do comando Mosaic Images do menu Data Preparation. Este procedimento tem por objetivo unir as fotos registradas em um arquivo único

(Figura 3).

c) Identificação dos Temas nas Fotografias Aéreas por Classificação Visual:
O mosaico das fotografias aéreas foi exportado para o software ArcInfo (Esri, 1993a) onde foi realizado a identificação dos temas: banco de areia (emerso e submerso), vegetação primária, área degradada (solo exposto e área preparada para agricultura), rios e áreas com modificação antrópica (pastagens, agricultura de sequeiro e vegetação secundária). O mapeamento dessas classes foi feito por classificação visual de padrões texturais identificáveis nas fotografias aéreas.

Metodologia para a Classificação da Imagem Landsat 7ETM+

Os procedimentos adotados para a confecção do mapa de uso do solo do trecho analisado, a partir da Imagem Landsat 7ETM+, órbita 219_071 de 17 de julho de 1999, foram realizados a partir das seguintes etapas:

a) Registro da Imagem Landsat:

A imagem Landsat 7ETM+ foi registrada no software Erdas Imagine, usando um processo de retificação em duas dimensões. Foram identificados pontos de controle na imagem correspondentes a pontos visíveis em cartas na escala de 1:100.000, como cruzamento de estradas, confluência de rios, etc. Nesse processo, o erro da transformação de primeira ordem foi calculado em termos da raiz da soma dos quadrados dos erros em relação à média (root mean square error - RMS) (Erdas1999). O erro RMS foi da ordem de 0,5 pixel em termos de resolução espacial. Após o registro, a cena foi cortada no tamanho do trecho de análise no software Envi 3.5 (Envi, 1997) através do comando Subset Data via ROIs (Figura 4).

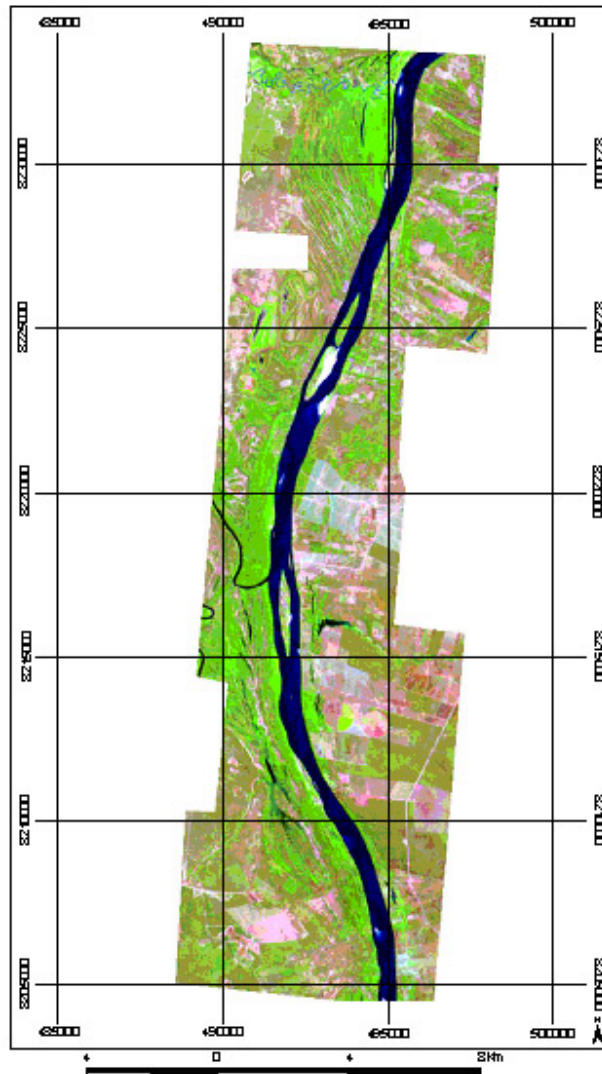


Figura 4 – Corte da Imagem Landsat 7ETM+ do Trecho Analisado

b) Identificação dos Temas na Imagem Landsat7 ETM+ por Classificação Multiespectral.

A classificação multiespectral considera a distribuição dos níveis de cinza em vários canais espectrais (bandas), como critério de decisão, cada pixel da imagem é analisado em termos do nível de cinza que apresenta nas diferentes bandas da imagem. Esta pode ser dividida em três grupos, sendo eles: classificação supervisionada; classificação não supervisionada e classificação híbrida (Novo, 1988). Este trabalho utilizou técnicas de classificação supervisionada no software Envi 3.5 (Envi, 1997) para classificar a imagem Landsat7 ETM+, a partir dos seguintes procedimentos:

1. Estabelecer amostras (ROI) das classes de interesse:

Este procedimento consiste na escolha de áreas homogêneas e representativas de cada classe de interesse. Ele permite que o software classifique toda a imagem, automaticamente a partir do comportamento médio das classes que irão

ser mapeadas. As classes amostradas foram as seguintes: bancos de areia (emerso e submerso), vegetação primária, área degradada, rios e áreas com modificações antrópicas.

2. Classificação Multiespectral da Imagem Landsat 7ETM+:

O método de classificação utilizado neste trabalho foi o da Mínima Distância, presente no software Envi 3.5. Esta classificação utiliza a menor distância existente de um determinado dado ao valor médio das amostras padrões (Roi).

3. Conversão da Classificação Raster para Vetor:

A partir da conversão de raster para vetor foi elaborada uma edição no software ArcView 3.2 para corrigir a classificação automática feita no software Envi 3.5, pois no arquivo vetor foi possível realizar a edição das classes identificadas.

Metodologia para a Confecção dos Buffers das Áreas de Preservação Permanente

A partir dos vetores dos rios presentes na área foram confeccionados no software ArcView 3.2 (Esri, 1993b) os buffers para cada rio com as medidas estabelecidas pela Lei nº 4.771/65 do Código Florestal. Os buffers foram confeccionados pelo comando Create Buffers presente no menu Theme do software ArcView 3.2 com as seguintes medidas:

- 500m para o Rio São Francisco;
- 100m para o Rio Urucuia, e;
- 50m para o rio localizado na parte norte do trecho.

Resultados

Após a classificação das fotografias aéreas e da imagem Landsat7 ETM+, foram confeccionados os mapas de uso do solo de 1950 (Figura 5) e 1999 (Figura 6) da área de estudo, possibilitando a comparação do uso num período de aproximadamente 50 anos.

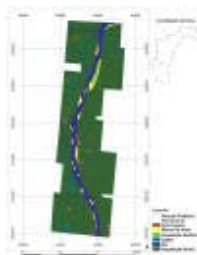


Figura 5 – Mapa de Uso do Solo, 1950.
(clique na figura para ampliá-la)

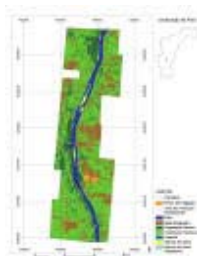


Figura 6 – Mapa de Uso do Solo, 1999.
(clique na figura para ampliá-la)

Com relação à modificação do uso neste período a Tabela 1 mostra a

comparação entre as áreas das classes em 1950 e 1999.

CLASSES	1950		1999	
	Km ²	%	Km ²	%
Vegetação Primária	166	83	22	11
Solo Exposto	4	2	44	22
Área com Modificação Antrópica	0	0	114	57
Banco de Areia	4	2	1	0,5
Lagoas	8	4	1	0,5
Banco de Areia Submerso	0	0	2	1
Ilhas	1	0,5	2	1

Tabela 1 – Comparação entre as áreas das classes em 1950 e 1999.

Pode-se averiguar pelo Gráfico 1 que em 1950 a vegetação primária cobria aproximadamente 83% da área analisada, porém esta classe foi reduzida a 11% da área total em 1999. Esta redução é explicada pela expansão agrícola na região que foi impulsionada por projetos de irrigação e pela qualidade dos solos da área que são favoráveis a agricultura. As áreas com solo exposto, ou seja, áreas que apresentam solo exposto por queimadas e desmatamento para retirada de madeira e solos preparados para a agricultura passaram de 2% em 1950 para 22% em 1999.

Porém o maior crescimento diz respeito às áreas com modificação antrópica. Estas áreas englobam áreas de agricultura de sequeiro, agricultura irrigada, pivôs de irrigação, pastagens e vegetação secundária que se estabeleceram nas áreas onde houve desmatamento ou queimada. Esta classe não foi registrada em 1950, mas em 1999 ocupa aproximadamente 57% da área total.

O aparecimento de bancos de areia submersos em quantidade significativa (1% da área total) no trecho do Rio sugere que a intensificação do uso pela agricultura com a retirada da vegetação primária acelerou os processos de perda de solo por erosão, gerando um processo de assoreamento do rio.

Outro aspecto importante diz respeito aos bancos de areia emersos e as ilhas. Observando o Gráfico 1, podemos notar que houve uma diminuição dos bancos de areia, que em 1950 ocupavam aproximadamente 2% da área e em 1999 ocupam cerca de 0,5% do trecho, por outro lado as ilhas passaram de 0,5% para 1% da área. Este fato sugere que os bancos de areia se tornaram estáveis devido a fixação de vegetação e deposição de sedimentos finos, transformando-se em ilhas.

Por fim podemos ressaltar o assoreamento das lagoas que em 1950 ocupavam cerca de 4% da área passando a ocupar aproximadamente 0,5% da área. Esta diminuição provavelmente está ligada a intensificação dos processos erosivos e ao uso dessas lagoas na agricultura.

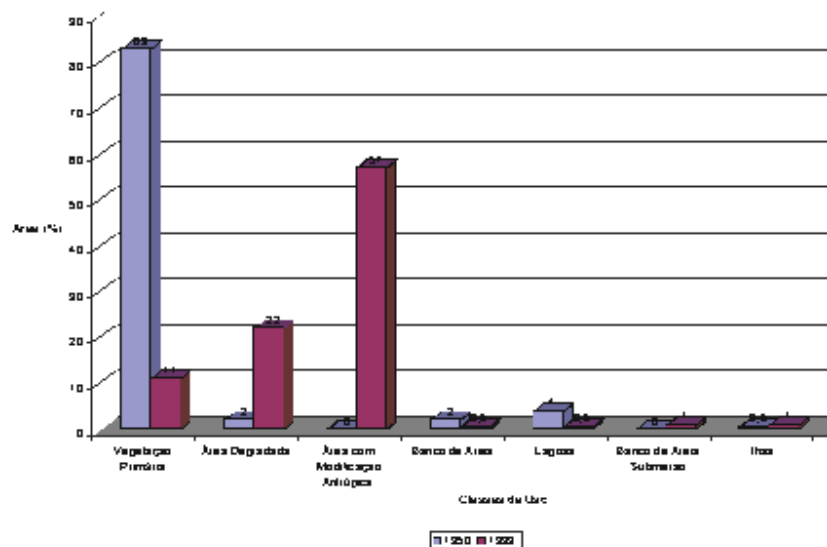


Gráfico 1 – Comparação entre as áreas das classes em 1950 e 1999.

Com relação às áreas de preservação permanentes podemos notar, observando o mapa de uso do solo em 1950 (Figura 7) que já se iniciava o processo de desmatamento destas áreas principalmente na margem direita do Rio São Francisco e no tributário localizado ao norte da área de estudo. Observando o mapa de uso do solo de 1999 (Figura 8) nota-se que restam apenas algumas manchas de mata ciliar na área de estudo, inclusive no Rio Urucuia que em 1950 ainda não apresentava nenhuma mancha de desmatamento.

Considerações Finais

A partir da análise multitemporal foi possível identificar e compreender a evolução do uso e ocupação do solo, permitindo a interpretação espaço-temporal da evolução de cada classe de uso e as implicações desta evolução.

Mesmo utilizando medidas aproximadas para o cálculo das áreas das classes de uso, os resultados foram satisfatórios, demonstrando a real situação da área de estudo.

O desrespeito à legislação ambiental por parte das unidades agrícolas tem intensificado os processos de perda de solo por erosão e conseqüentemente o assoreamento tanto do Rio São Francisco como o de seus tributários. A falta de fiscalização por parte dos órgãos governamentais aliadas a falta de planejamento nestas áreas favorece ainda mais a ocupação irregular.

O uso de técnicas de sensoriamento remoto integrado a estudos de sedimentação e perda de solos por erosão na área, possibilitarão a identificação precisa dos impactos causados pelo uso e ocupação do solo, bem como a compreensão da dinâmica fluvial na área.

Referências Bibliográficas

ALENCAR, A. A. C., VIEIRA, I. C. G., NEPSTAD, D. C., LEFEBVRE, P. (1996). Análise Multitemporal do Uso do Solo e Mudança da Cobertura Vegetal em Antiga Área Agrícola da Amazônia Oriental. VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Salvador, BA.

ASSIS, F. P., MATOS, F. D. A. (2001). Análise multitemporal do lago da UHE de

Balbina, através de imagens de sensoriamento remoto orbital. X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Foz do Iguaçu, PR. pág. 527 a 529.

BRASIL. Lei 4.771 de 15 de Setembro de 1965. Código Florestal, Artigo 2º a itens 1, 2, 3, 4, 5. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm.

CODEVASF, Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco. (1985). Recursos de solos na bacia do rio São Francisco. DEPE. Brasília, DF. 28p.

CODEVASF, Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco. (2001). Almanaque Vale do São Francisco. Brasília, DF. 412p.

CUNHA, S. B. (1995). Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, A. J. T., CUNHA, S. B. Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos. 2ª ed. Rio de Janeiro, RJ. Bertrand Brasil. pág. 211 a 252.

ENVI®. (1997). Tutorials better solutions Consulting Limited Liability Company Lafayette, Colorado, USA, 370pp.

ERDAS (1999). Field Guide. Erdas, Atlanta, George, USA. 5ª edição. 672p.

ESRI. (1993a). Understanding GIS – The ARC/INFO Method. Environmental Systems Research Institute, Wiley, New York. 535p.

ESRI. (1993b). Getting to Know ArcView GIS: The Geographic Information System (GIS) for Everyone. Environmental Systems Research Institute, British Library, Cambridge, 523p.

LIMA, J. E. F. W., SANTOS, P. M. C., CHAVES, A. G. M., SCILEWSKI, L. R. (2001). Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na bacia do rio São Francisco. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 108p.

MONTERO, L. S., SOUZA, C. M. M., SCHEIBE, L. F., KURTEN, G. N., HORT, M. (2003). Análise Multitemporal das classes de uso do solo: estudo de caso da área de expansão do perímetro urbano de Blumenau (SC). XI Simpósio de Sensoriamento Remoto. Belo Horizonte, MG. pág. 1891 a 1898.

NOVO, E. M. L. M. (1988). Sensoriamento remoto princípios e aplicações. 2ª ed. São Paulo, SP. Edgard Blücher. 308p.

SETTI, Arnaldo Augusto [et al.], (2001). Recursos Hídricos. In: Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF: ANEEL/ ANA. pág. 42 a 76.

SOUTO, M. V. S., AMARO, V. E. (2003). Análise multitemporal quanto ao uso e ocupação do solo da região de ponta do tubarão, município de Macau/RN, utilizando técnicas de geoprocessamento. XI Simpósio de Sensoriamento Remoto. Belo Horizonte, MG. pag. 1649 a 1655.

SOUZA, C. L. (2003). Análise multitemporal da cobertura vegetal para detecção de mudanças no município de Cedro – PE. XI Simpósio de Sensoriamento Remoto. Belo Horizonte, MG. pag. 2907 a 2912.

