

## AVANÇO DA SOJA SOBRE OS ECOSISTEMAS CERRADO E FLORESTA NO ESTADO DO MATO GROSSO

LIANA OIGHENSTEIN ANDERSON<sup>1</sup>  
EDDY HOOVER MENDOZA ROJAS<sup>1</sup>  
YOSIO EDEMIR SHIMABUKURO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Caixa Postal 515 - 12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil  
{liana, eddy, yosio}@ltid.inpe.br

**Abstract.** The soybean is one of the most important crop cultivated in the world. In the 60's it became the great importance for the Brazilian economy, and the production increased from 3.6% in the 70's to 18.7% in the 80's. The Mato Grosso's cerrado became the principal region of production of this crop in Brazil due to the governmental financial support and research projects, and also due to the characteristics of the soil and relief of the region. The objective of this work was to analyze the advance and the increase of cultivate area of soybean in the biomes of cerrado and forest in three cities in the Mato Grosso State, using remote sensing and GIS techniques for mapping the land use and land cover from 1986 to 2001. The material used was Landsat images acquired in the 1986/87 and 2000/01 years, and the image processing software called SPRING. The techniques used in the image processing methodology were mixture model, segmentation and non supervised classification. The results obtained shows that the soybean is an important pression factor of land use changes in the cerrado's region, and is not so important in the forest areas.

**Keywords:** remote sensing, geoprocessing, soybean, land use change.

### 1. Introdução

Nas últimas décadas, o sensoriamento remoto orbital tornou-se uma importante ferramenta para monitorar os recursos da terra, pois possibilita adquirir dados significativos de grandes extensões geográficas. Estudos de detecção de mudanças através do sensoriamento remoto são baseados no fato de que distúrbios, tanto naturais quanto de origem antrópica, no meio ambiente produzem variações detectáveis na resposta espectral do alvo ou do fenômeno estudado. No entanto, quando tratamos com imagens geradas a partir do sensoriamento remoto, a radiação detectada pelo sensor é causada pela mistura da resposta de diferentes alvos, além de lidarmos com os efeitos atmosféricos, que podem causar alterações importantes nos dados. Muitos fatores relacionados a cada sistema sensor (diferença na resolução espacial, variações nas respostas radiométricas), e ao meio ambiente (absorção e espalhamento atmosféricos, quantidade de moléculas dispersas na atmosfera, presença de nuvens e suas sombras, variação na irradiância e ângulo solar, variações na fenologia vegetal e nos componentes do solo segundo as mudanças estacionais) podem também interferir nos resultados das detecções (Singh, 1989).

Em uma escala global, a mudança do uso da terra e da cobertura vegetal esta ocorrendo em um passo acelerado, principalmente nos trópicos. Estas mudanças nos ecossistemas terrestres estão fortemente associadas aos processos de desenvolvimento socioeconômico, a intensificação, degradação e uso indevido da terra, principalmente em países subdesenvolvidos. Segundo Lambin (1997) o conhecimento e o entendimento para compreender estes processos ainda esta muito fragmentado para estimar o vasto impacto destas mudanças nos sistemas naturais.

O Estado do Mato Grosso vem ganhando espaço no cenário nacional no aspecto econômico, devido a um grande aumento na produção agropecuária, e no aspecto político, relacionado a questões de conservação do ambiente. Diversos fatores têm contribuído para a mudança no uso e na cobertura do solo: as queimadas (Cunha, 1994), abertura e pavimentação de rodovias (Achard et al., 1998), o desmatamento (Alves, 2001), e a expansão da fronteira agrícola (Silveira Júnior et al., 2001; Soares Filho et al., 2001).

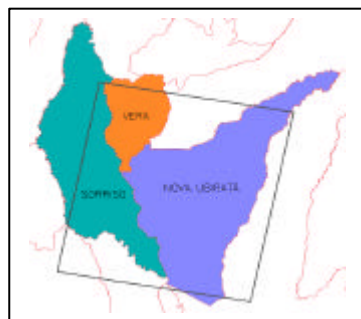
O fator de pressão mais importante analisado é a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) que pertence à família Leguminosae. Ela é a mais importante oleaginosa cultivada no mundo, e sua participação é de cerca de 52% do total da produção de grãos plantados. A soja no Brasil, até meados dos anos 60, não tinha a importância econômica da cana-de-açúcar, do algodão, do milho, do arroz, do café, da laranja e do feijão. No entanto, a partir do final dos anos 60, o cenário mudou: a soja tornou-se economicamente importante e esse crescimento fez com que o Brasil aumentasse sua participação na produção mundial de 3,6%, em 1970, para 18,7%, em 1980. Nos anos 80, os Cerrados brasileiros começaram a ter importância econômica como região produtora.

O objetivo do presente trabalho é investigar a contribuição da expansão agrícola da soja como fator de mudança na cobertura da terra desta região. Portanto os objetivos específicos deste trabalho são:

- Avaliar o desenvolvimento da soja nas áreas de cerrado e da floresta;
- Analisar a contribuição da soja no processo de desflorestamento.

## 2. Área de estudo

Neste trabalho, parte dos municípios de Nova Ubiratã, Sorriso e Vera, no Estado do Mato Grosso foi definido como área de estudo. Estes municípios estão localizados em uma área de tensão ecológica que caracteriza-se pelos contatos entre os diferentes tipos de vegetação, formando mosaicos com fisionomias independentes. A área de estudo está contida na imagem correspondente a órbita/ponto 226/69, do sistema mundial de referência (WRS), do programa Landsat (**Figura 1**).



**Figura 1.** Localização da área de estudo, no Estado do Mato Grosso.

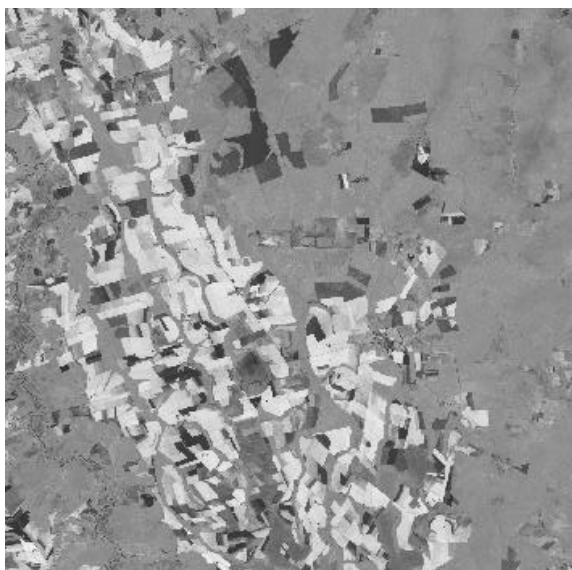
No passado, a população do Mato Grosso que vivia nas áreas de cerrado praticavam pouco mais que a agricultura de subsistência, abrindo pequenas clareiras nas matas de galerias, extraíndo carvão, e praticando a pesca e caça (Ratter et al, 1997). Aos poucos os processos de ocupação foram mudando, e nos últimos 25 anos, os cerrados tem sido exaustivamente utilizado para a agricultura, encorajados por programas governamentais de apoio financeiro, fiscais e de pesquisa, como o projeto Embrapa-Soja.

## 3. Metodologia

Neste trabalho, cada cena do Landsat TM e ETM+, foi associada a um banco de dados no software SPRING. As imagens fração analisadas foram geradas pelo modelo linear de mistura espectral (Shimabukuro & Smith, 1991), utilizando as imagens TM do Landsat 5 e ETM+ do Landsat 7 correspondentes a órbita/ponto 226/69, adquiridas nos anos de 1986 e 2001. Para isto, foram utilizadas as bandas 3 (0,63-0,69 $\mu$ m), 4 (0,76-0,90 $\mu$ m) e 5 (1,55-1,75 $\mu$ m) do TM e

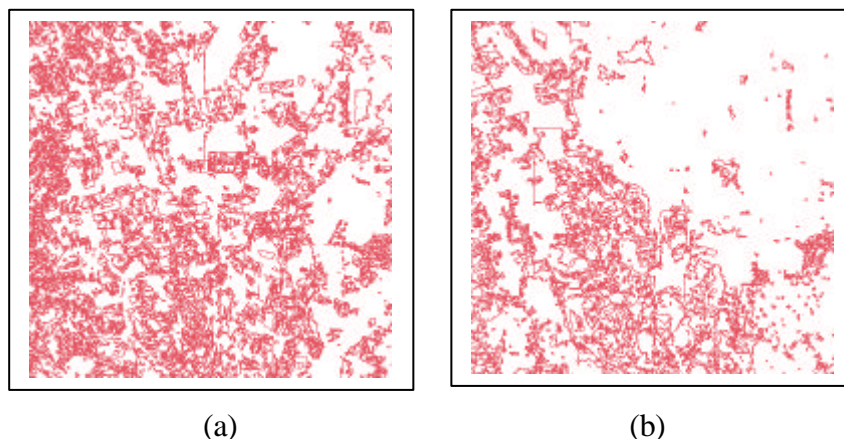
ETM+ para a geração das imagens fração. Esta técnica visa estimar a proporção dos componentes: solo, sombra e vegetação, para cada pixel, a partir da resposta espectral das bandas originais. Além disso, ela reduz a dimensão dos dados a serem analisados, facilitando o trabalho de classificação digital e melhorando a classificação do tema de interesse.

A imagem fração de sombra proporciona grande contraste entre as áreas ocupadas com florestas (média quantidade de sombra) e as áreas desmatadas (baixa quantidade de sombra), além de boa separabilidade de temas tais como: hidrografia, queimada e áreas de capoeira. A imagem fração de solo tem se mostrado muito útil na análise das áreas ocupadas por cerrado. A imagem fração de vegetação realçam as áreas ocupadas com cobertura vegetal, mostrando bons resultados para discriminar classes como o pasto sujo, áreas de regeneração, áreas de agricultura, etc. (**Figura 2**).



**Figura 2.** Imagem fração de vegetação.

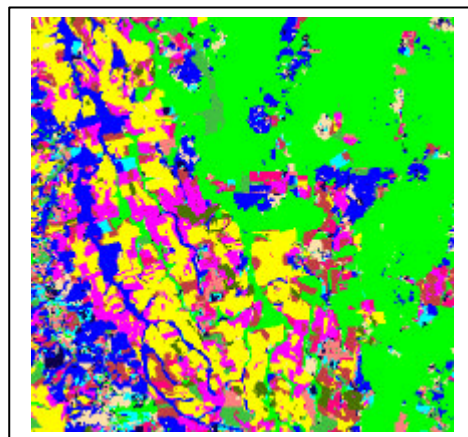
O processo seguinte foi a segmentação das imagens fração utilizando dois parâmetros: 1) o limiar de similaridade: distância mínima entre os valores de cinza abaixo do qual dois segmentos são considerados similares e são agrupados em uma região, e 2) o limiar de área: que é a área mínima que pode ser considerada como uma região, definida em número de pixels. Para o limiar de similaridade foi usado 8, enquanto que para o limiar de área foi usado 16. A **Figura 3** mostra as imagens fração solo segmentadas correspondentes aos anos de 2001 e 1986.



**Figura 3.** Imagens segmentadas de solo para os anos de 2001 (a) e 1986 (b).

A seguir, foi realizada nas imagens fração segmentadas uma classificação não supervisionada utilizando um algoritmo de agrupamento chamado ISOSEG, que usa a matriz de covariância e o vetor das médias das regiões para estimar os centros das classes.

Após a classificação das imagens segmentadas, os temas obtidos pelo classificador foram associados às classes definidas anteriormente no banco de dados, fornecendo-se uma cor específica para cada classe temática: a) Floresta, b) Cerrado, c) Soja, (**Figura 4**).

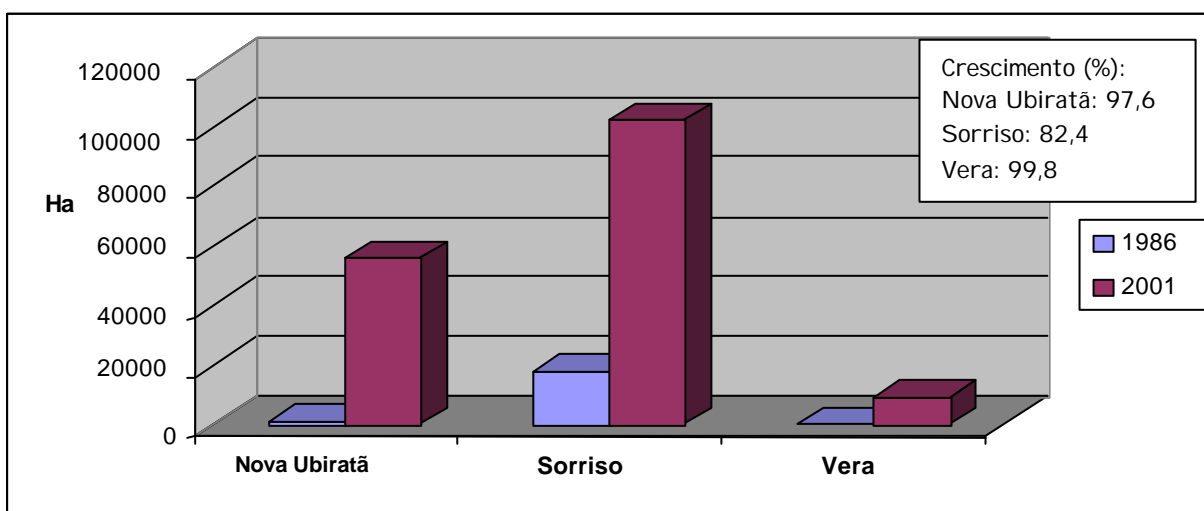


**Figura 4.** Classificação da imagem fração de solo segmentada do ano de 2001.

#### 4. Resultados e discussão

A área analisada neste estudo apresenta uma série de fatores de pressão intrínsecos em cada um de seus biomas, atuando como agentes potenciais para a mudança do uso e da cobertura da terra, como a intensificação da produção de soja, as queimadas, o desmatamento, a abertura e pavimentação de estradas.

A expansão da área plantada de soja, devido ao incentivo da agricultura para a região do cerrado brasileiro foi observado neste trabalho e pode-se constatar o incremento das áreas plantadas na **Figura 5**.



**Figura 5.** Área plantada de soja, por município, nos anos de 1986 e 2001.

Os próximos gráficos mostram as relações entre a ocupação da soja nos diferentes biomas e o processo de desmatamento, de acordo com os resultados deste trabalho e das informações disponíveis do Projeto PRODES (**Figuras 6 e 7**).

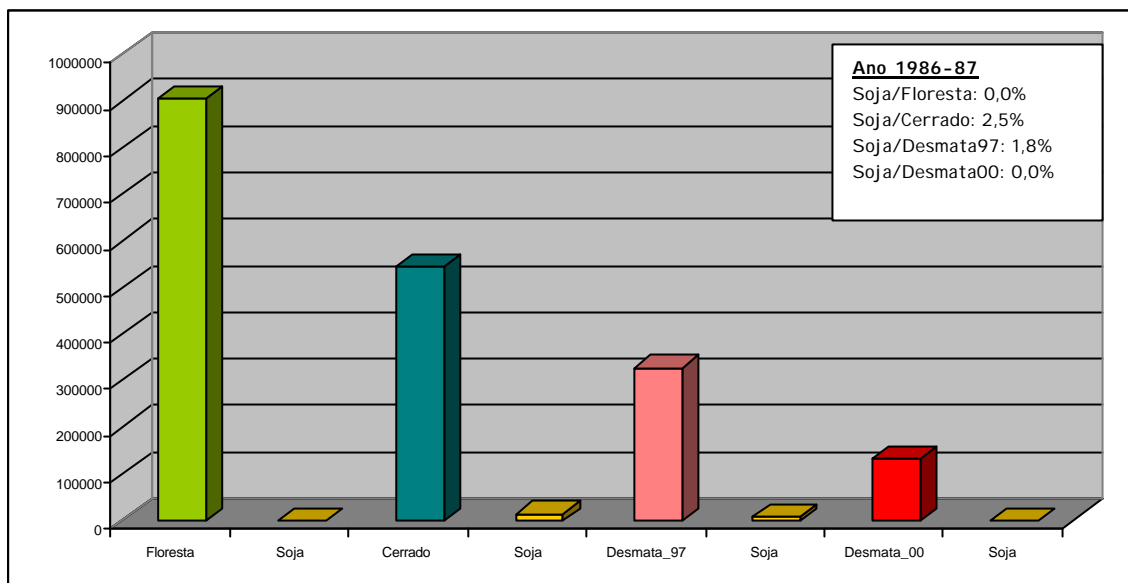


Figura 6. Contribuição da soja para a mudança da cobertura da terra para os anos 1986/87.

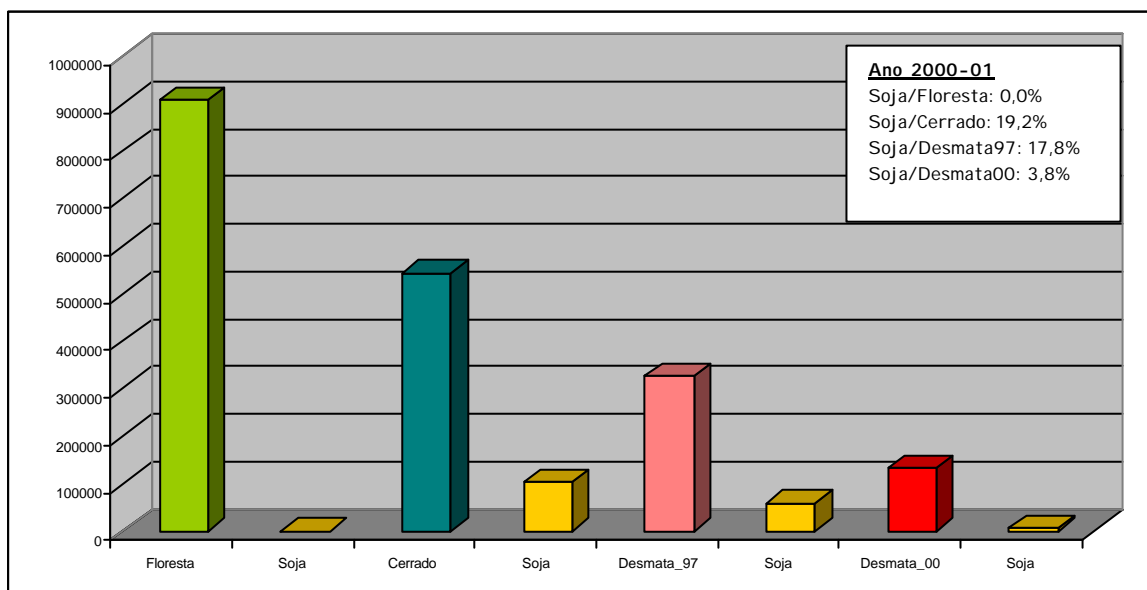


Figura 7. Contribuição da soja para a mudança da cobertura da terra para os anos 2000/01.

Para as áreas cultivadas nos anos de 1986/87, não foi observado a conversão de áreas florestais em plantações de soja, mas já é possível detectar uma aptidão dos cerrados para este cultivo, sendo que a soja ocupou neste período 2,5% da área dos cerrados. A comparação dos dados obtidos neste estudo, com os dados fornecidos pelo projeto PRODES para as estimativas de desmatamentos até 1997, constata que a soja contribuiu com apenas 1,8% do total de desmatamento. Cruzando-se os dados das áreas desmatadas entre os anos de 1997/2000 com os resultados obtidos para as áreas de soja plantadas no período de 1986/87, verificamos que não houve plantio de soja nestas áreas, ou seja, esta cultura não representou uma fonte de pressão para a conversão da floresta neste primeiro período.

Analisando-se os resultados obtidos para o período de 2000/2001, nas regiões de cerrado, 19,2% da área total foi convertida em culturas de soja, ou seja, ela contribuiu fortemente para a mudança da cobertura da terra neste bioma. Comparando-se os dados do projeto PRODES

com as áreas de soja plantadas, temos que nas regiões que foram desmatadas até o ano de 1997, foram observadas 17,8% de área de soja plantada em 2000/01, e das áreas desmatadas em 2000/01, 3,8% desta área foi utilizada para o cultivo de soja.

Observa-se que existe uma forte tendência da soja expandir-se nas áreas de cerrado, provavelmente devido ao relevo ser plano, a fácil correção química do solo e ao apoio técnico-científico oferecido pelo governo, além da alta rentabilidade deste cultivo. Conclui-se que a soja está sendo a principal causa da mudança do uso da terra neste bioma. Segundo Dias (1993), 90% das áreas de cerrado estão em propriedades particulares, das quais apenas 1,2% são declaradas como áreas de proteção ambiental, e supõe-se que não seja respeitado o Código Florestal n. 4.771/65 e o Decreto Estadual 49.141/67, que visa a preservação deste bioma em pelo menos 20% da propriedade.

Nota-se um aumento da pressão da soja para o desmatamento da floresta no período estudado, mas outros fatores, como a extração de madeira, queimadas, pastos e outras culturas agrícolas, exercem uma maior pressão para a mudança da cobertura e uso da terra deste bioma.

## 5. Conclusões

De acordo com este estudo, chegaram-se as seguintes conclusões:

- A soja é considerada um importante fator de pressão para a mudança da cobertura e uso da terra na área do cerrado.
- A análise das imagens mostrou que para a área selecionada, a conversão de cerrado em área de culturas de soja foi significativo.
- Estudos mais específicos e abrangendo as realidades sócio-econômicas da população devem ser realizados, para que haja um conhecimento melhor dos potenciais de mudança e suas tendências.
- Sugere-se que estudos englobando as áreas totais de municípios sejam feitos para que se possa comparar os resultados obtidos com os dados oficiais, como os disponíveis pelo IBGE.

## 6. Referências bibliográficas

- Achard, F.; Eva, H.; Glinni, A.; Mayaux, P.; Richards, T.; Stibig, H.J. Identification of deforestation Hot Spots Areas in the Humid Tropics. *TREES Publications Series B Research Report n.4*, 1998.
- Alves, D. S. Padrões de desmatamento na Amazônia Legal. *Parcerias estratégicas*, n.12, p.259-275, 2001.
- Cunha, A.S. *Uma Avaliação da Sustentabilidade da Agricultura nos Cerrados*. Relatórios de Pesquisas IPEA, 204 p, 1994.
- Dias, B.F.S. *Sistemas de Informação Geográficas: Aplicações na Agricultura*. In: Assad, D.E., 1ed. EMBRAPA, 1993, Cap. VI, p.135-153.
- EMBRAPA. *A cultura da Soja no Brasil*. [CD ROM] Embrapa Soja, 2000.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). SPRING 3.5.1. Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas. São José dos Campos, 2002.
- Lambin, E. F. Modeling and monitoring land-cover changes processes in tropical regions. *Progress in Physical Geography*, v. 2, n. 3, p. 375-393, 1997.
- Ratter, J.A., Ribeiro, J.F.; Bridgewater, S. The Brazilian Cerrado and Threats to its Biodiversity. *Annals of Botany*, n. 80, p.223-230, 1997.

Shimabukuro, Y.E.; Smith, J.A. The least-Squares Mixing Models to Generate Fraction Images Derived from Remote Sensing Multispectral Data. *IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing*, v. 29, n. 1, p.16-20, 1991.

Singh, A. Digital change detection techniques using remotely-sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, v.10, n. 6, p.989-1003, 1989.

Siqueira Júnior, J.C.; Alves, D.S.; Escada, M.I. Utilização de técnicas de análise espacial no estudo da correlação entre expansão das áreas desflorestadas e da fronteira agropecuária no Estado do Mato Grosso. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 10., Foz do Iguaçu, abr.2001. *Anais*. São José dos Campos: INPE, 2001. Sessão Técnica Oral. p.503-508. Repositório da Urib:<[dpi.inpe.br/lise/2001/09.19.07.23](http://dpi.inpe.br/lise/2001/09.19.07.23)>.Disponível em:

<<http://iris.sid.inpe.br:1908/rep/dpi.inpe.br/lise/2001/09.19.07.23>>. Acesso em :15 nov.2002.

Soares Filho, B. S. Fragmentação da paisagem florestal em função da estrutura e dinâmica fundiária no Norte do Mato Grosso. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 10., Foz do Iguaçu, abr.2001. *Anais*. São José dos Campos: INPE, 2001. Sessão Poster. p.987-995. Repositório da Urib:< [dpi.inpe.br/lise/2001/09.19.12.57.19](http://dpi.inpe.br/lise/2001/09.19.12.57.19)>.Disponível em:

<<http://iris.sid.inpe.br:1908/rep/dpi.inpe.br/lise/2001/09.19.12.57>>. Acesso em :15 nov.2002.