

DETERMINAÇÃO DE ÁREAS VERDES USANDO "TASSELED CAP" - UMA APLICAÇÃO NA ÁREA DE TUCURUI

Mára Regina Labuto Fragoso da Silva
Raul Edgard Germano Braga
Centro Científico Rio - IBM Brasil
Caixa Postal 4624
20001 Rio de Janeiro, RJ
BRASIL

RESUMO

Este trabalho analisa a aplicação do parâmetro "greenness" (Estado de Verde), da transformação "Tasseled Cap", na determinação de áreas verdes, na região próxima à Usina Hidrelétrica de Tucuruí, nos anos de 1976 e 1979.

Utiliza imagens do satélite Landsat, obtidas com o sensor MSS (Multispectral Scanner System) nas bandas 4, 5, 6 e 7, contidas em fitas magnéticas CCT (Computer Compatible Tape) e processadas no equipamento IBM-7350.

Realizou-se uma análise evolutiva das imagens, determinando-se as modificações (aumento ou diminuição) das áreas verdes da região.

Ao final, foram feitas comparações com os dados de um trabalho desenvolvido em 1986, na mesma região, que utilizou as mesmas imagens, o mesmo equipamento (IBM-7350) e o método de classificação supervisionada, baseado no cálculo de Máxima Verossimilhança - modelo de Bayes, demonstrando uma boa correlação entre os resultados.

ABSTRACT

This paper analyses the behavior of "greenness" parameter, from "Tasseled Cap" transformation, in the determination of green areas around Tucuruí Hydroelectric Power Plant, during the years of 1976 and 1979.

It uses Landsat satellite images, obtained by MSS (Multispectral Scanner System) sensor, at bands 4, 5, 6 and 7, contained in CCT (Computer Compatible Tape) magnetic tapes and processed in IBM-7350.

An evolutionary analysis of images was performed, determining the changes (increasing or decreasing) of the green areas of the region.

At the end, comparisons were made with the data from a work developed in 1986, which used the same region, the same images, and the same equipment (IBM-7350), but the Maximum Likelihood supervised classification method, based in the Bayes model, showing a good correlation between the results.

1.0 Introdução

Os principais objetivos deste artigo são:

- demonstrar a utilização do parâmetro "greenness", da Transformada Tasseled Cap, desenvolvida por Kauth e Thomas em 1976 (Kauth and Thomas, 1976), que visa maximizar a informação de maior importância - no caso, as áreas verdes - em uma análise espectral de dados;
- analisar os impactos causados pela implantação de usinas hidrelétricas na Amazônia e comparar os resultados com trabalho anterior (Mere and Braga, 1986), que utilizou o método de classificação de Máxima Verossimilhança nas mesmas imagens;

- demonstrar a utilização do sensor MSS (Multispectral Scanner System) do satélite Landsat, com capacidade de oferecer uma boa cobertura da superfície da Terra (área de 185 X 185km), uma resolução de 80 X 80m, em quatro bandas (designadas 4, 5, 6 e 7): duas no espectro visível, de 0,5-0,6 μm (verde) e 0,6-0,7 μm (vermelho); e duas na faixa do infravermelho próximo, de 0,7-0,8 μm e 0,8-1,1 μm .

1.1 Materiais

1.1.1 Hardware

Foi utilizado o equipamento IBM-7350 IPS (Image Processing System), que possui um terminal de vídeo colorido, com resolução de 1024 linhas por 1024 colunas, e 6 "buffers", com 1 megabyte cada, para o processamento das imagens. Esta estação de trabalho acha-se conectada a um processador IBM-3090 modelo 180E com 64 megabytes de memória.

1.1.2 Software

O software utilizado foi o HLIPS (High Level Image Processing System), desenvolvido no Centro Científico de Paris - IBM (IBM, 1984), além de alguns programas em Fortran.

1.1.3 Imagens

A área de interesse corresponde à Bacia do Rio Tocantins, mais especificamente o Baixo Tocantins, compreendendo uma área de cerca de 3800 km² em torno da represa de Tucuruí, que teve em 1976 o ano de início de sua construção.

Imagem de 1976 (INPE): Landsat-1

Órbita 240 - Base 62

Data: 19/julho/1976

Sensor: MSS

Bandas: 4, 5, 6 e 7

Imagem de 1979 (INPE): Landsat-2

Órbita 240 - Base 62

Data: 25/junho/1979

Sensor: MSS

Bandas: 4, 5, 6 e 7

As imagens dos dois anos (1976 e 1979) correspondem à mesma época (período da seca), para que apresentem características semelhantes, no que concerne à cobertura de nuvens, névoa atmosférica e variação da elevação solar e azimute, que podem gerar sombras.

1.2 Método

O parâmetro GREENNESS: Com base em observações das trajetórias das plantações de trigo, usando dados Landsat do sensor MSS, Kauth e Thomas definiram um parâmetro ao qual deram o nome de "greenness" (daSilva and Mendonça, 1989), expresso como:

$$Z = RX + C$$

onde:

$$Z = \text{greenness}$$

R = coeficiente da matriz Tasseled Cap

X = valor multispectral do pixel na banda desejada

C = constante para evitar valores negativos (arbitrada)

A matriz final para o sensor MSS nas bandas numeradas de 4 a 7 para Landsat 1, 2 e 3, e 1 a 4 para Landsat 4 e 5, é vista na tabela abaixo:

MSS4	MSS5	MSS6	MSS7
-0,28317	-0,66006	0,57735	0,38833

Ao analisarmos os sinais dos coeficientes da matriz, percebe-se que o estado de verde é um contraste entre as respostas das bandas visível (bandas 4 e 5) e infravermelho próximo (bandas 6 e 7) - equivalente a um índice de biomassa.

O espalhamento da radiação infravermelha pela estrutura celular da vegetação e a absorção da radiação visível pelos pigmentos das plantas, como a clorofila, produzem altos valores de "greenness" para altas densidades de vegetação verde.

A classificação: Após o cálculo da imagem "greenness", foi efetuada uma classificação pelo método "Density Slicing" (em fatias, de acordo com a densidade), tendo como base os valores encontrados no histograma desta imagem gerada.

Este método envolve a determinação de classes de acordo com os agrupamentos de regiões da imagem que possuam valores de pixel (DN = Digital Number) similares.

Uma vez que a Transformada Tasseled Cap visa distinguir as diferentes classes, realçando os grupos de comportamento espectral semelhantes, este método de classificação parece ser ideal para a imagem "greenness" gerada, no que concerne à vegetação.

Assim, foram definidas as seguintes classes, com base nos histogramas mostrados abaixo:

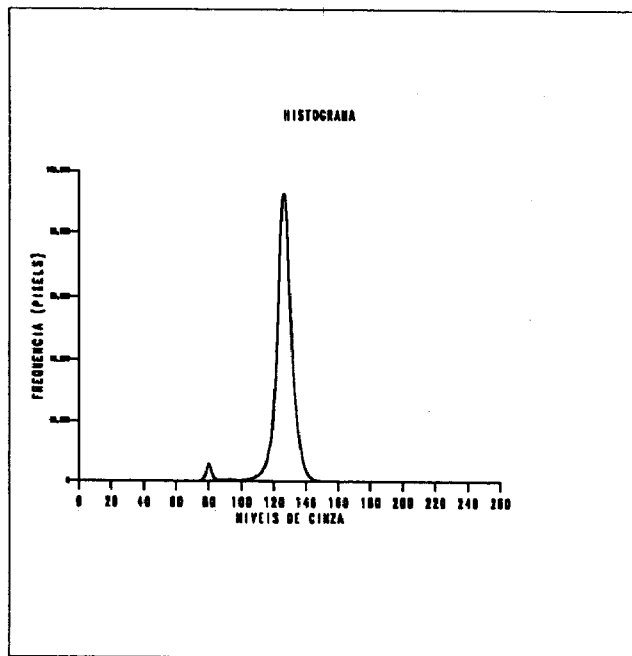


Figura 1. Histograma da imagem "greenness" em 1976.

CLASSE	VALOR DE PIXEL	NÚMERO DE PIXELS
Não Vegetação	0 - 113	51.173
Vegetação	114 - 255	997.403

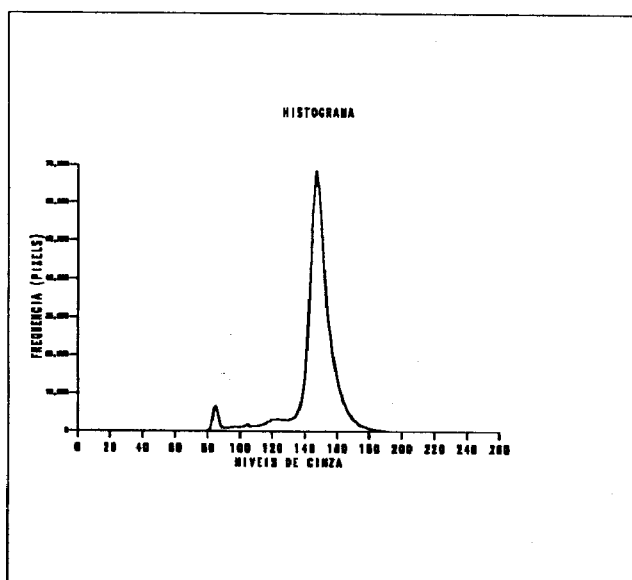


Figura 2. Histograma da imagem "greenness" em 1979.

CLASSE	VALOR DE PIXEL	NÚMERO DE PIXELS
Não Vegetação	0 - 137	137.646
Vegetação	138 - 255	910.930

Deve ser feita uma observação quanto aos valores dos pixels, pois estes não são os verdadeiros valores de "greenness" - que são na sua maioria negativos - e, portanto, houve a necessidade de se somar uma constante, conforme a fórmula apresentada anteriormente, que, neste caso, foi $C=100$, para evitar os valores de pixel negativos. Esta constante foi calculada com base no maior valor negativo encontrado e foi a mesma para as duas imagens.

1.3 Comparação

Após a classificação, foi feita uma análise do número de pixels atribuídos a cada classe, comparando com o resultado encontrado por Mere and Braga (1986).

TIPO CLAS.	VEGET.	NÃO VEGET.	% DE VEGET.
Máx.Vero.	1.003.771	44.805	95,7
Greenness	997.403	51.173	95,1

TIPO CLAS.	VEGET.	NÃO VEGET.	% DE VEGET.
Máx.Vero.	909.236	139.340	86,7
Greenness	910.930	137.646	86,9

1.4 Resultado final

À título de ilustração, vê-se a seguir as imagens das diversas bandas, e as imagens finais classificadas:

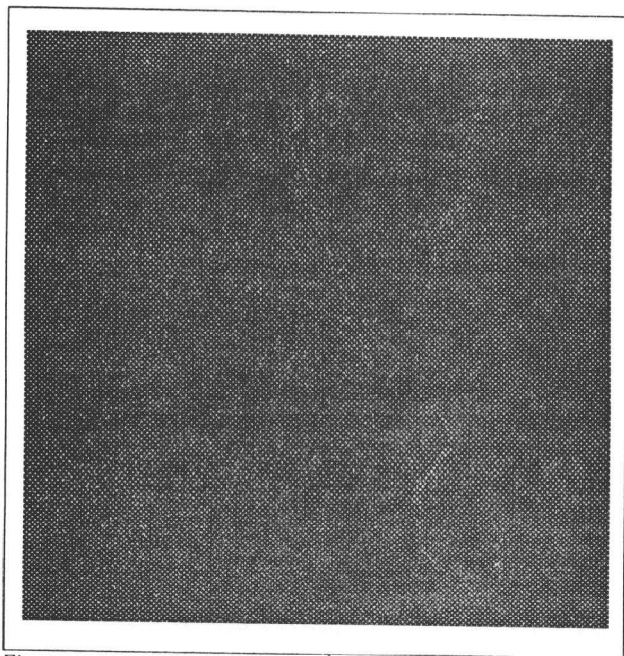


Figura 3. Imagem de TUCURUÍ em 1976, na banda MSS4.

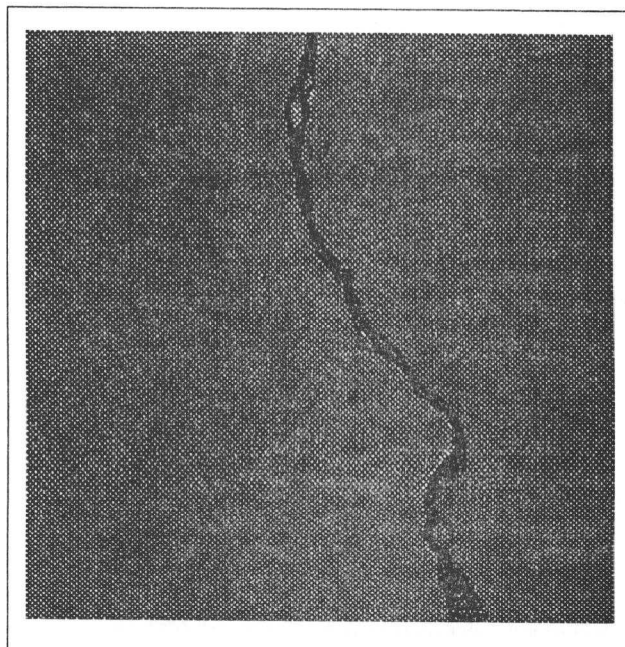


Figura 5. Imagem de TUCURUÍ em 1976, na banda MSS6.

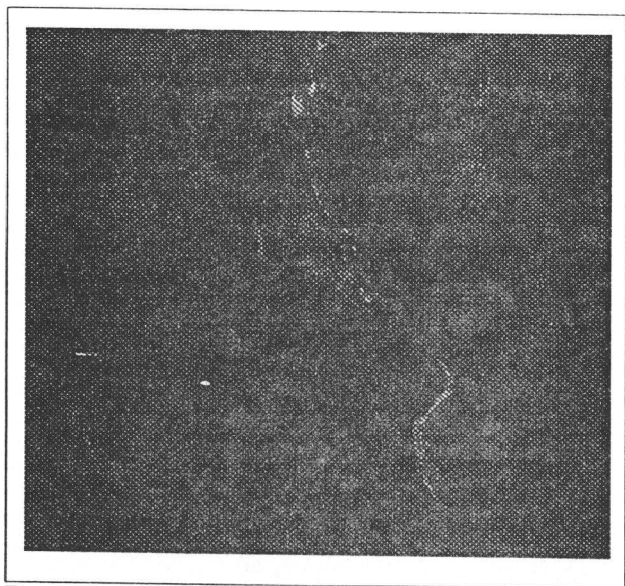


Figura 4. Imagem de TUCURUÍ em 1976, na banda MSS5.

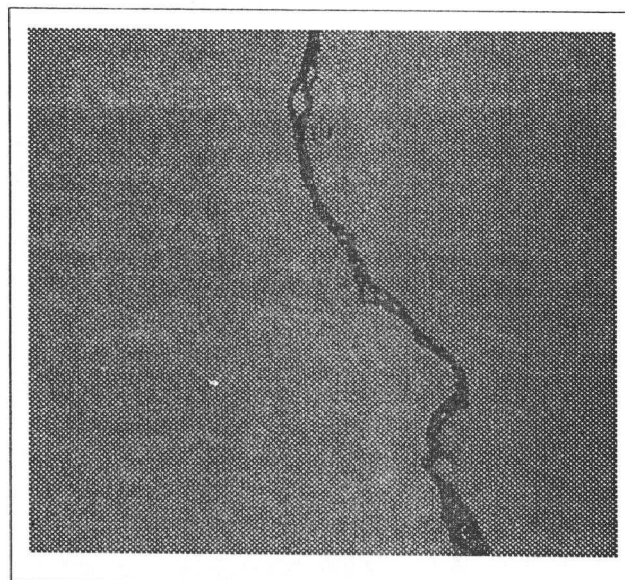


Figura 6. Imagem de TUCURUÍ em 1976, na banda MSS7.

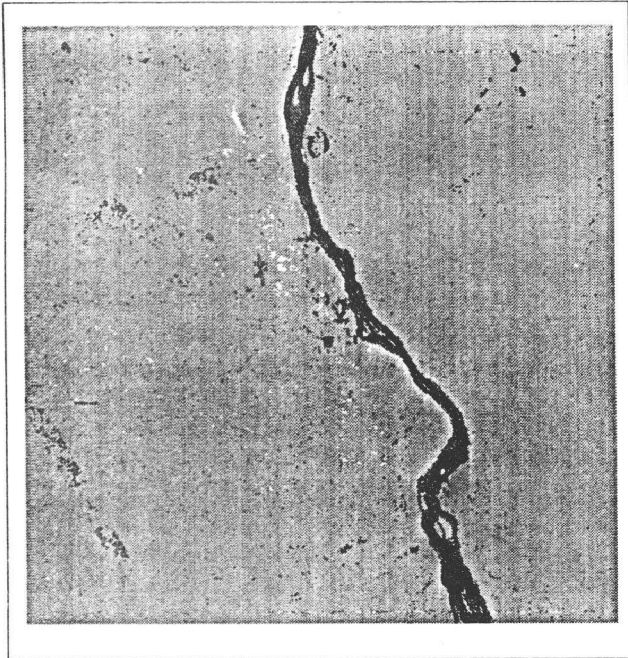


Figura 7. Imagem classificada de TUCURUÍ em 1976.



Figura 9. Imagem de TUCURUÍ em 1979, na banda MSS5.

Tabela 6. Tabela de nível de cinza da imagem classificada de 1976

NÍVEL DE CINZA	CLASSE
0	ÁGUA
64	ZONA URBANA E TERRA
128	FLORESTA
192	PASTAGEM

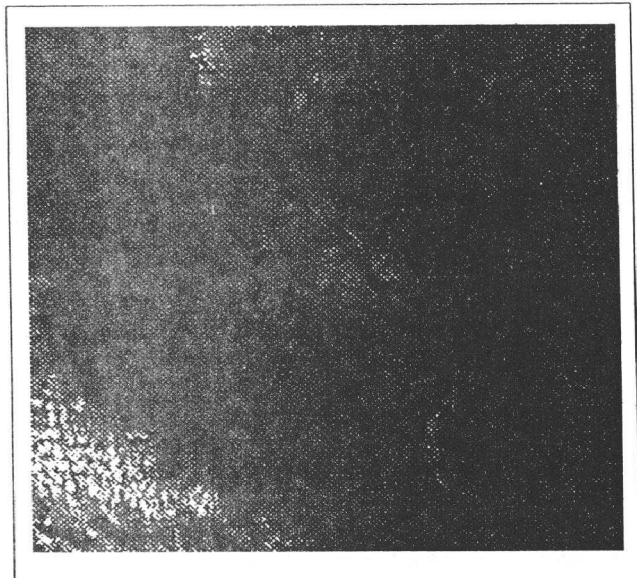


Figura 8. Imagem de TUCURUÍ em 1979, na banda MSS4.

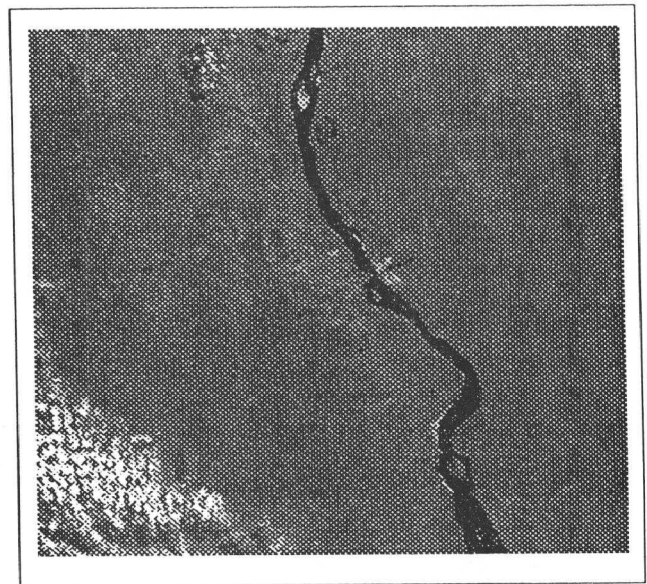


Figura 10. Imagem de TUCURUÍ em 1979, na banda MSS6.

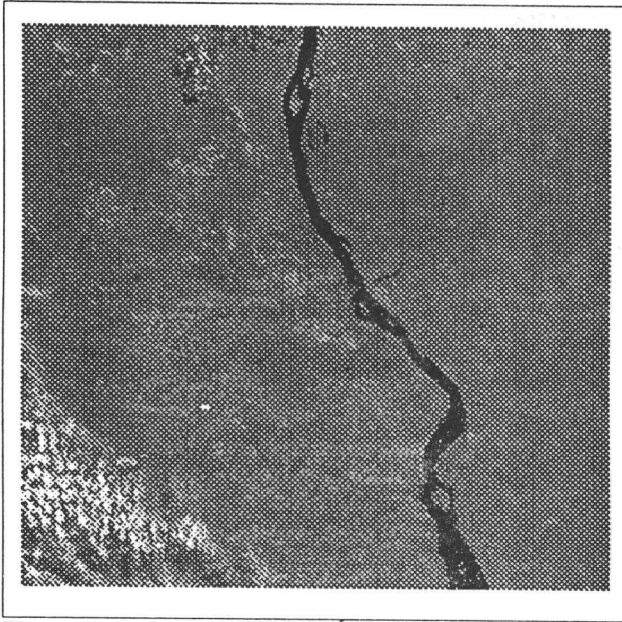


Figura 11. Imagem de TUCURUÍ em 1979, na banda MSS7.

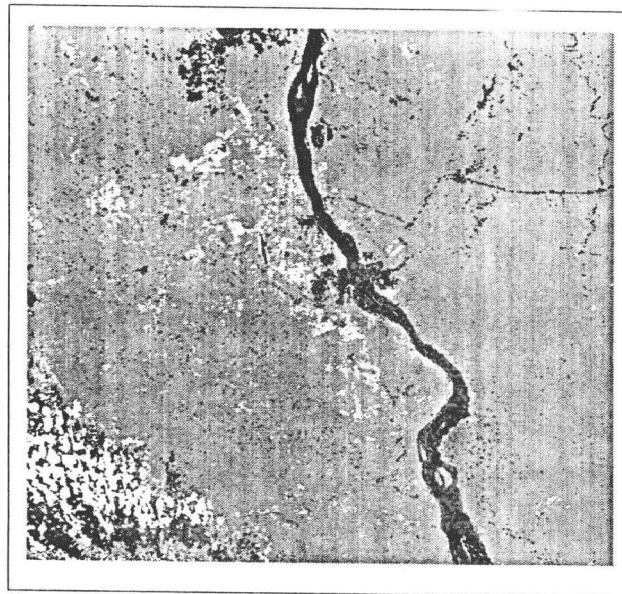


Figura 12. Imagem classificada de TUCURUÍ em 1979.

Tabela 7. Tabela de nível de cinza da imagem classificada de 1979

NÍVEL DE CINZA	CLASSE
0	ÁGUA
64	ZONA URBANA E TERRA
128	FLORESTA
192	PASTAGEM
255	NUVEM

Análise das classes: A classe "água" foi facilmente detectada no histograma, como contida no primeiro modo da curva.

A classe "zona urbana/terra" foi observada no histograma contida na parte entre os dois modos da curva.

A classe "floresta" ficou contida no segundo modo da curva.

A classe "pastagem" foi processada, selecionando-se a faixa que vai do ponto de queda do modo que continha a classe "floresta", até o maior valor encontrado no histograma, e pode ser explicado como possuindo um maior índice de verde ("greenness") por ser de uma cor mais clara, que reflete mais o verde do que a floresta (verde-escuro).

A classe "nuvem" não foi inicialmente detectada, sendo confundida com a classe "água", mas, observando-se sua resposta espectral bem definida na banda MSS4, foi possível fazer uma máscara desta banda (usando 255 para as nuvens e 0 para o resto), e aplicar esta máscara à imagem "greenness".

Quanto à sombra das nuvens, não foi possível classificá-la. Sua resposta espectral foi a mesma da classe "zona urbana/terra", sendo observada como um pequeno pico no histograma, na altura do nível 105.

1.5 Conclusões

O parâmetro "greenness" comportou-se muito bem, havendo uma diferença não significativa em relação à classificação supervisionada usada no trabalho anterior (Mere and Braga, 1986).

Neste método, as propriedades da imagem, representadas em sua resposta espectral, são usadas para definir as classes, que se tornam visíveis no histograma. Portanto, não são selecionadas áreas de teste, reduzindo o consumo de tempo, além de não necessitar de um conhecimento "a priori" da região.

O parâmetro "greenness" mostrou-se eficiente, também, para a determinação de outras classes, fato este que vai além de sua atribuição inicial - a determinação do estado de verde (ou vegetação), devendo ser estudado mais profundamente.

Quanto ao impacto ambiental, pode-se constatar, ao comparar-se os histogramas das duas datas:

- uma diminuição da floresta, com valores de pico bem menores para o segundo modo (floresta);
- um aumento de zonas urbanas e faixas de terra representadas pela região entre os dois modos, sendo visíveis a área de obras

da usina, desmatamento ao longo do rio, várias estradas e uma pista de pouso;

- um aumento nas regiões de pastagem (fazendas), representada pela descida da curva do segundo modo, sendo visíveis também, um horto florestal, perto da obra, e a vegetação rasteira das ilhas do rio.

Deve-se aproveitar o fato dos sensores "enxergarem" numa faixa mais ampla do que a humana, identificando e classificando o que não é possível ver mas que se torna possível descobrir através do estudo das respostas espectrais da cena de interesse aos sensores do satélite. E para isto, o sensor MSS do satélite demonstrou ser de grande utilidade.

BIBLIOGRAFIA

- daSilva, M. R. L. F. & Mendonça, G. V. (1989) *Aplicação das Transformações "TM Tasseled Cap" na Determinação da Umidade do Solo*. Volume 3 in *Anais do IV Simpósio Latinoamericano en Percepcion Remota*. Bariloche, Argentina: SELPER.
- Centro Científico Paris, IBM. (1984) *IBM High Level Image Processing System*. in *Manual IBM, SB11-5864*. IBM.
- Kauth, R. J. & Thomas, G. S. (1976) *The Tasseled Cap - A Graphic Description of the Spectral-Temporal Development of Agricultural Crops as seen by Landsat*, pages 4B-41/4B-51. Volume 1 in *Proceedings of the Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data*. West Lafayette: Purdue University.
- Mere, Luis Dario G. & Braga, Raul E. G. (1986) *Análise Histórica do Uso da Terra ao redor da UHE Tucuruí - Pará*, pages 1-31. in *Manual Técnico do Centro Científico Rio (CCB040)*. IBM Brasil.