

Utilização de Dados TM-Landsat para o Mapeamento e Monitoramento da Cobertura Vegetal

Marcelo Guimarães

Alejandro Jorge Dorado

ECOFORÇA - Pesquisa e Desenvolvimento

R: José Inocêncio de Campos, 148

Cambuí, 13024-230, Campinas, SP.

Fone (0XX19) 2554332/Fax:(0XX19) 2549498

marcelo@ecof.org.br, alejo@ecof.org.br

Alexandre Camargo Coutinho

Embrapa Monitoramento por Satélite

Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803

Pq. São Quirino, 13088-300, Campinas, SP.

Fone (0XX19) 8811644/Fax (0XX19) 2541100

alex@cnpem.br

1.RESUMO

Apesar da área florestada de cerca de 4 milhões de Km², a situação da Região Amazônica é preocupante em função do crescente processo de ocupação representado pela colonização agrícola e abertura de novas zonas rurais. A fim de identificar estas alterações na vegetação natural, este trabalho realizou o mapeamento e monitoramento espaço-temporal de uma área da Amazônia Legal, no Estado do Mato Grosso, através da metodologia desenvolvida no âmbito do Projeto TREES e também incorporando e testando a utilização do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN). Foram classificadas duas imagens TM-LANDSAT (1992 e 1997) e realizada a tabulação cruzada entre as mesmas para quantificar e identificar os processos antrópicos entre estas duas datas. Verificou-se que grandes propriedades surgiram neste período de cinco anos, enquanto que a evolução das pequenas propriedades, abundantes em 1992, foram mascaradas pelo excesso de nuvens em 1997. Os IVDN obtidos para cada uma das classes de vegetação (floresta, mosaico e cerrado) foram condizentes com o esperado, onde as classes com maior densidade arbórea apresentaram os maiores valores do índice.

2.ABSTRACT

Although the 4 million of square kilometers of forested area, the situation in Amazon Region is worrying because of the crescent occupation process, such as the agricultural colonization and opening of new rural areas. In order of identifying these changes in the natural vegetation, it was mapped and monitored an area in Legal Amazon, Mato Grosso State, through methodologies developed by TREES Project, also incorporating and testing the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). There were classified two TM-LANDSAT images (1992 and 1997) and submitted to cross tabulation to quantify and identify human process. In this five years period, there were formed big proprieties while the evolution of small, abundant in 1992, were covered by clouds and shadows in 1997. The NDVI values from vegetation classes (forest, mosaic and savanna) were suitable, with larger tree density presenting greatest NDVI values.

3.INTRODUÇÃO

Ocupando aproximadamente 5 milhões de Km², a Amazônia brasileira apresenta 90% de sua

2000

P1-APC

2000

SP-03.00613

Utilização de dados TM-LANDSAT

2000

SP-03.00613



854-1

02/10/00 15:53

extensão recoberta por unidades de vegetação florestais. Entretanto, apesar da área florestada de cerca de 4 milhões de Km², a situação desta imensa região é preocupante em função do crescente processo de ocupação representado pela colonização agrícola e da abertura de novas zonas rurais (Dorado, 1998).

Dados do programa PRODES, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), indicam que até agosto de 1998, 551.782 Km² de áreas florestadas haviam sido convertidas para atividades agrosilvopastoris. Trata-se de uma perda de 13,80 % da sua área original (INPE, 2000).

Neste contexto, diversas instituições governamentais e não governamentais vêm desenvolvendo metodologias adequadas à detecção, monitoramento e mapeamento destes desmatamentos. Também preocupados com as intensas mudanças nas florestas tropicais e especialmente na Amazônia, o "Joint Research Centre" da Comissão Européia desenvolveu o projeto TREES (Tropical Ecosystem Environment Observations by Satellites) a fim de identificar e quantificar o desflorestamento em um contexto local através de imagens de sensores orbitais (Achard *et al.*, 1998; Eva *et al.*, 1998).

Atualmente bastante desenvolvidas e utilizadas em diversas disciplinas, ambientais ou não, as técnicas de geoprocessamento e de processamento de imagens orbitais podem fornecer os meios para a detecção qualitativa e quantitativa das mudanças em ocorrência na Amazônia. Paralelamente à evolução do geoprocessamento, os produtos de sensores orbitais também ampliaram suas aplicações, principalmente a partir das duas últimas décadas. Hoje eles permitem a observação da superfície terrestre nas mais diversas escalas temporais, espaciais e espectrais, garantindo assim fontes de informações confiáveis e freqüentes sobre a vegetação e o meio físico (Guimarães, 2000).

Assim, este trabalho procurou valer-se da metodologia desenvolvida no âmbito do Projeto TREES para o mapeamento e monitoramento espaço-temporal de uma área da Amazônia, também incorporando e testando a utilização do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) (Rouse *et al.*, 1973) para caracterização da cobertura vegetal, em função deste ser um indicador da densidade da fitomassa foliar fotossinteticamente ativa.

A região estudada localiza-se no Estado do Mato Grosso, representando adequadamente as diversidades ecológicas presentes na Amazônia e também as alterações dos ecossistemas presentes. Trata-se de uma área de transição entre fisionomias de cerrado e da floresta ombrófila densa.

4.OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é a cartografia e o monitoramento espaço-temporal da cobertura vegetal em uma área do Estado do Mato Grosso, através de imagens TM-LANDSAT de 1992 e 1997, assim como utilizar e testar o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada para caracterizar as distintas formações vegetais.

5.MATERIAL E MÉTODOS

A área selecionada para o desenvolvimento deste trabalho é parte das áreas bastante visadas de desflorestamento analisadas pelo Projeto TREES da Comissão Européia (Achard *et al.*, 1998). Trata-se da região de abrangência da órbita/ponto 228/69 do satélite TM-LANDSAT, no Estado do Mato Grosso.

Para a cartografia e monitoramento da cobertura vegetal, foram interpretadas analogicamente duas imagens TM-LANDSAT (1992 e 1997), utilizando o software "CO-PILOT", desenvolvido especificamente para o Projeto TREES.

Inicialmente, a imagem de 1992 foi corrigida geometricamente utilizando pontos de controle de cartas topográficas do IBGE, procurando-se obter erro inferior a 100 metros (ou 3 pixels). A segunda imagem foi georreferenciada utilizando-se a primeira, garantindo assim erros inferiores a um pixel, ou seja 30 metros.

A etapa seguinte à correção geométrica das imagens foi a interpretação analógica, efetuada na escala de 1:100.000, através da digitalização dos polígonos identificados sobre a imagem digital de 1992, em composição das bandas 5, 4 e 3.

A identificação das áreas digitalizadas obedeceu à três níveis de classificação preestabelecidos, orientados pelas cartas de vegetação do Projeto RADAMBRASIL volumes 19 (Guaporé) e 26 (Cuiabá) (BRASIL, 1979; BRASIL, 1982), embora neste trabalho apenas o primeiro nível tenha sido utilizado. Após finalizada a primeira interpretação, esta foi sobreposta à segunda imagem (1997) e os polígonos onde haviam ocorrido mudanças tiveram seus limites corrigidos. As classes temáticas do primeiro nível de classificação obedeceram aos parâmetros descritos na tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros de classificação no nível 1.

Código	Classe	Parâmetros
1	Floresta	Cobertura do dossel maior que 10% e cobertura florestal maior que 40%
2	Mosaico	Cobertura do dossel maior que 10% e cobertura florestal entre 10% e 40%
3	Vegetação Natural não Florestal	Cobertura do dossel inferior à 10% e cobertura florestal maior que 10%
4	Agricultura	Cobertura do dossel inferior à 10% e cobertura florestal inferior à 10%
5	Sem vegetação	Áreas urbanas, estradas, solo nú
6	Água	Rios, lagos artificiais ou não
7	Não visível	Nuvens e sombras

Por fim, foi realizada a tabulação cruzada vetorial entre as interpretações realizadas obtendo-se a quantidade de áreas onde haviam ocorrido mudanças e os totais de cada classe mapeada para cada uma das datas.

Para a geração das imagens IVDN e extração destes índices para cada classe do nível 1 de classificação, foi utilizado o software IDRISI for WINDONS v.2.0. Foram selecionadas das bandas 3 e 4 (faixa espectral do vermelho e infra-vermelho próximo) de cada uma das cenas e calculada as imagens IVDN através da equação $(4-3)/(4+3)$.

Os arquivos correspondentes às interpretações analógicas foram importados no IDRISI, onde realizou-se a extração dos valores IVDN para cada classe mapeada no nível 1, para cada uma das datas. Esses valores foram tabulados utilizando-se o MS-EXCEL, onde também foram obtidas as respectivas médias e desvios padrão.

6.RESULTADOS

As interpretações das imagens de 1992 e 1997 (figuras 1 e 2) e a tabulação cruzada entre estas permitiram a obtenção das áreas das classes e da respectiva matriz de mudanças, descrita na tabela 2.

Em 1992, as florestas ombrófilas e ripárias (código 1) ocupava 41,2% da área total estudada enquanto que os cerrados arbóreo, arbustivo e herbáceo (código 3) ocupavam cerca de 47,1%. Na data posterior, esse valores corresponderam à 31,2% e 43,4%, respectivamente. Cabe ressaltar que cerca de 10,0% das áreas de florestas em 1992 foram cobertas por nuvens em 1997, impossibilitando saber se as mesmas permaneceram intactas ou se haviam sido convertidas para atividades agrícolas.

Em termos gerais, a ocupação humana (código 4) nesta área de transição entre a floresta e os cerrados ocorreu na forma de grandes propriedades, principalmente nos quadrantes 2 e 4. Nos quadrantes 1 e 3, locais estes onde a presença humana estava bastante pronunciada em 1992 através da pequena agricultura, não foram identificados mudanças significativas na vegetação natural,

em função da grande quantidade de nuvens (código 7). Estas encobriram 984 Km² de áreas agrícolas impedindo a visualização de suas respectivas alterações em 1997.

Neste contexto, grande parte das possíveis mudanças na cobertura vegetal foram encobertas pela grande quantidade de nuvens, havendo um incremento de apenas 4% de áreas agrícolas. Os valores de desflorestamento obtidos no período de 5 anos, cerca de 1,000.00 Km², estiveram bastantes distantes daqueles descritos no Projeto PRODES do INPE para o Estado do Mato Grosso (INPE, 2000), onde entre 1992 e 1997 houve um aumento de 44% nas áreas desflorestadas.

Tabela 2 – Matriz de mudanças entre as classes de 1992 e 1997.

Código	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL EM 1992 (Km ²)
1	10335.90	90.31		264.17			3313.88	14004.27
2		126.39		36.17			36.34	198.90
3	1.13	4.21	14323.09	822.94			418.24	15569.93
4				2220.54	5.56		984.19	3210.31
5					18.34		5.12	23.46
6						16.88	0.42	17.30
7			8.84				3.25	12.09
TOTAL EM 1997 (KM2)	10337.06	220.91	14331.93	3343.83	24.22	16.88	4761.44	33036.27

Dentre as classes de vegetação natural, os cerrados foram os mais alterados sendo 822 Km² convertidos para atividades agrícolas, aproximadamente. Esta formação incluía fisionomias arbóreas, arbustivas e principalmente herbáceas. O desflorestamento ocorreu em cerca de 264 Km² das áreas de floresta. Entretanto, cerca de 2000 Km² desta classe foram mascarados pelas nuvens em 1997.

A geração das imagens Índice de Vegetação da Diferença Normalizada em 1992 e em 1997 (Figuras 3 e 4) e seus cruzamentos com as respectivos interpretações, resultou na extração dos valores médios e desvios padrão do IVDN para cada classe de cobertura vegetal, descritos na tabela 3.

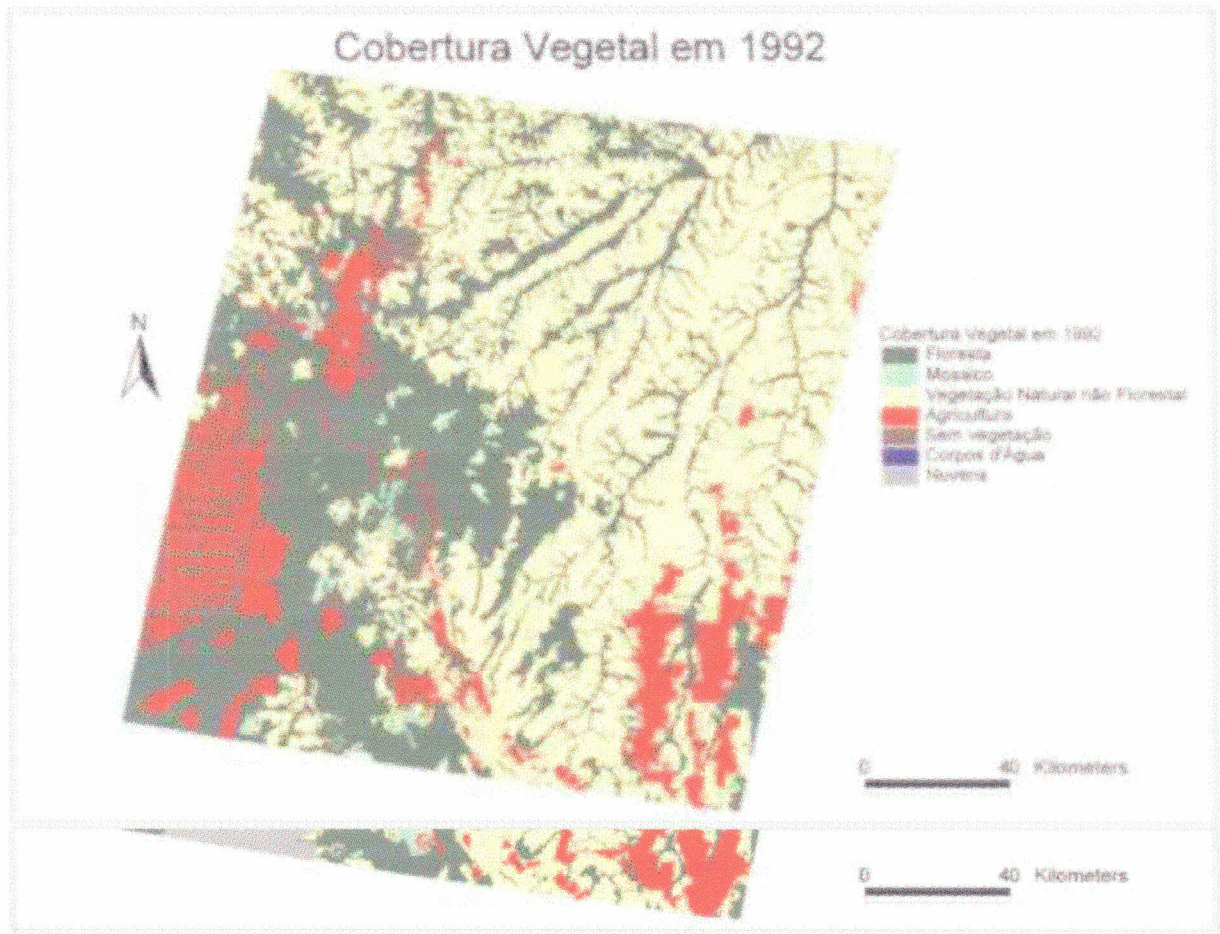


Figura 2 – Classes de cobertura vegetal em 1997.

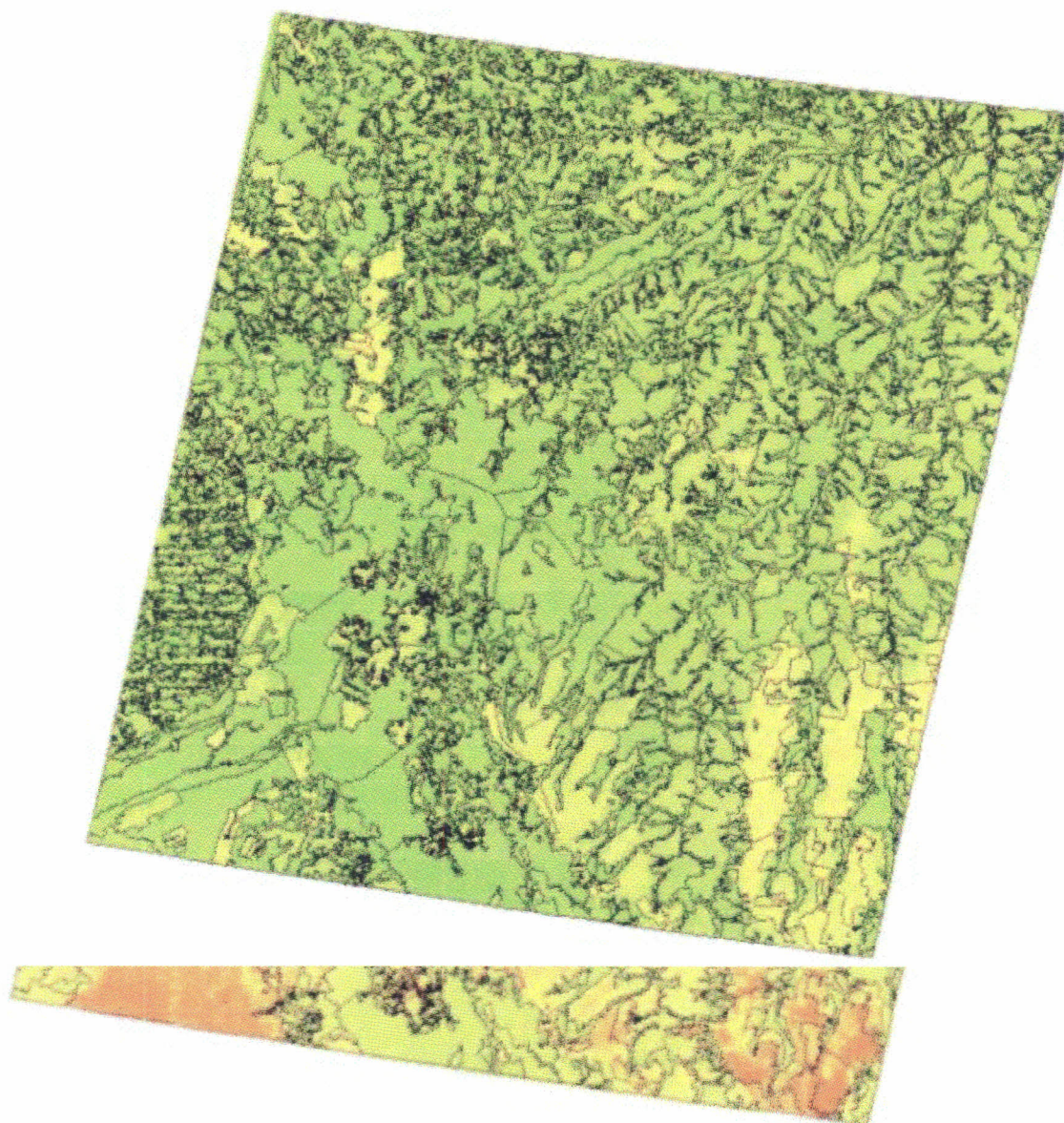


Figura 4 – Imagem Índice de Vegetação da Diferença Normalizada de 1997 e polígonos interpretados

Tabela 3 – Valores do IVDN médios das classes de cobertura vegetal em 1992 e 1997.

Código	1992		1997	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
1	0.480	0.159	0.411	0.076
2	0.424	0.109	0.279	0.131
3	0.309	0.132	0.348	0.089
4	0.406	0.115	0.122	0.161
5	0.046	0.147	0.022	0.090
6	0.304	0.196	0.248	0.162
7	0.362	0.089	0.014	0.128

Observa-se que os valores IVDN (tabela 3) confirmaram as interpretações analógicas efetuadas uma vez que, com exceção da classe de mosaico em 1997, todas as demais apresentaram valores condizentes com a cobertura e densidade florestal. Ou seja, as fisionomias vegetais arbóreas apresentaram valores do índice elevados, enquanto que as arbustivas e herbáceas apresentaram valores reduzidos.

caracterizadas como coberturas florestais onde a presença de florestas estava entre 10 e 40% da área. As áreas de cerrado (código 3) apresentaram os menores valores do índice pois havia predominância de fisionomias herbáceas.

A análise dos IVDN para as duas datas demonstra um declínio destes valores em 1997 para as classes de floresta e mosaico, comparativamente à 1992. Possivelmente, a grande quantidade de nuvens na imagem mais recente tenha atenuado estes valores.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As interpretações analógicas das imagens digitais TM-LANDSAT de duas datas diferentes (1992 e 1997) permitiram um mapeamento da cobertura vegetal em uma área de aproximadamente 33.000 Km², além de indicarem cerca de 1.000 Km² de áreas desflorestadas neste período.

Entretanto, os resultados da conversão de áreas para atividades agrísilvopastoris foram atenuados, provavelmente em função da grande quantidade de nuvens na imagem de data recente (principalmente no quadrante 3), onde eram encontradas pequenas propriedades em 1992. Esperavam-se maiores taxas de degradação das florestas, mosaicos e áreas de cerrado herbáceo e arbustivo em função desta área estar localizada nos locais de conflito/tensão ecológica abordados pelo Projeto TREES.

Observou-se ainda, a abertura de grandes propriedades rurais principalmente no quadrante 4 da área de estudo, possivelmente para cultivo de soja. Seria interessante o monitoramento futuro deste quadrante através de dados mais atualizados, evidenciando-se assim o crescimento ou não destas áreas desmatadas.

A geração e extração do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada para cada uma das classes mapeadas mostrou-se bastante útil pois permitiu uma visualização quantitativa das classes mapeadas. Assim, as florestas apresentaram os maiores valores, seguidos das formações de mosaico e dos cerrados.

Futuramente pretende-se realizar o cruzamento entre os valores IVDN das classes onde ocorrem mudanças na cobertura vegetal, esperando-se o decréscimo deste onde a vegetação natural foi substituída, e também a correlação dos valores IVDN das classes de vegetação com dados do meio físico, principalmente pluviométricos, a fim de se estabelecer as relações entre estes componentes dos ecossistemas analisados.

8. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dr. Hugh Eva, Coordenador do projeto TREES para a América do Sul, por permitir a divulgação e publicação destes resultados.

9. BIBLIOGRAFIA

Achard, F.; Eva, H.; Glinni, A.; Mayaux, P.; Richards, T.; Stibig, H.J. Identification of deforestation hot spot areas in the humid tropics. Luxembourg: TREES Publication Series B. Research Report no4, European Commission, 1998. 99p. il., mapas.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD-20 Guaporé: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1979. 368p., il., 5 mapas policr.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD-21 Cuiabá: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. 544p., il., 5 mapas policr.

Dorado, A.J. Gestão ambiental na fronteira agrícola da Amazônia: uma metodologia aplicada à região de Machadinho d'Oeste. São Paulo: USP-FSP, 1998. 295p. (Tese de Doutorado).

Eva, H.; Glinni, A.; Janvier, P.; Blair-Myers, C. Vegetation map of Tropical South America at 1:5.000.000. Italy, TREES Publication Series D: Thematic Outputs no2, European Commission, 1998. 33p. il., mapas.

Guimarães, M. Cartografia Ambiental da Região de Vitória da Conquista – BA. São Paulo: USP-IB, 1999. 200p.il. (Dissertação de Mestrado).

INPE. Projeto PRODES. São José dos Campos, SP, 2000. (URL: http://www.inpe.br/Informacoes_Eventos/amz/amz.htm).

Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: ERTS Symposium, 3., 1973, Greenbelt: NASA, 1973, p.309-317 (NASA SP-351).