

# **Análise da Cobertura Vegetal Através dos Índices de Vegetação (NDVI, SAVI e IAF) no Entorno da Barragem do Botafogo-PE**

Marcondes Marroquim Santiago<sup>1</sup>  
Hewerton Alves da Silva<sup>1</sup>  
Josiclêda Domiciano Galvêncio<sup>2</sup>  
Tiago Henrique de Oliveira<sup>1</sup>

Avenida Acadêmica Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária, CEP: 50670-901 Recife – PE.

1. Aluno de Graduação do Departamento de Ciências Geográficas  
negromarroquim@hotmail.com  
he.wasufpe@gmail.com  
thdoliveira5@gmail.com#

2. Professora Adjunta do Departamento de Ciências Geográficas  
josicleda@hotmail.com

**Abstract** An appropriate management aimed at reducing the impacts caused to the dams must be based on understanding of the activities that occur in the basins of water courses. To reduce the impacts it is necessary to monitor activities in their surroundings. The remote sensing technique is an excellent tool for many applications useful in tracking and management of natural resources such as water, soil and vegetation cover mainly the suffering changes over time and impact the hydrological cycle. The barrage of Botafogo located in the municipality of Igarassu in the state of Pernambuco is an important spring for the supply of the metropolitan area of Recife and the only reservoir of water on the northern coast of the state, has in the surrounding sugar cane crops and small portions of forest Atlantic with it were assessed by the indices of vegetation (NDVI, SAVI and IAF) the canopy around the dam in a range between 1988 to 2006, or 18 years. Therefore the use of sensing was extremely important for monitoring the vegetation cover in the dam to ensure a better quality of water.

**Palavra-Chave:** Monitoring of vegetation cover, vegetation index and remote sensing.

## **1. Introdução**

As barragens são construídas com o objetivo de proporcionar benefícios econômicos e sociais ao homem assim, elas podem destinar-se a vários usos, tais como: abastecimento de água, humano, industrial, aproveitamento das margens, diluição de despejo entre outros (Mota 1995).

Para garantir a qualidade da água dos reservatórios é indispensável conhecer em detalhes as atividades desenvolvidas em sua bacia, como consequência do uso e ocupação do solo a cobertura vegetal sofre transformações fisionômicas que repercutem significativamente no ciclo hidrológico. (Collischonn & Tucci, 2000; Galvêncio et al, 2005). Entretanto é indispensável o monitoramento das áreas marginais do reservatório a fim de garantir o controle da qualidade da água.

Quanto à técnica de sensoriamento remoto são fundamentais para o registro do uso da terra ao longo do tempo, pois permite avaliar as mudanças ocorridas na paisagem. Um estudo interdisciplinar faz-se necessário para caracterizar alvos na superfície terrestre com a técnica do sensoriamento devido à complexidade de analisar diversos fatores ambientais interagindo simultaneamente, entretanto, um dos mais importantes desses fatores é a cobertura vegetal, na qual foram criados diversos índices de vegetação com o objetivo de ressaltar o comportamento espectral da mesma em relação ao uso do solo e outros alvos.

Dentre os reservatórios superficiais de água adotada para consumo humano esta à barragem de Bota fogo situada entre os municípios de Igarassu e Araçoiaba inseridos na Microrregião de Itamaracá, de suma importância, para o monitoramento, pois ela é a única barragem do litoral norte de Pernambuco de abastecimento de água da Região Metropolitana do Recife (RMR). Portanto é indispensável o monitoramento das áreas marginais do reservatório a fim de garantir o controle da qualidade da água no litoral norte do estado de Pernambuco

## 2. Metodologia

### Objetivo

O objetivo do presente trabalho é analisar a cobertura da vegetação na área de drenagem da Barragem do Bota fogo através da técnica do sensoriamento remoto e verificas as transformações ocorridas na cobertura vegetal, ao longo do tempo, em decorrência do uso do solo.

### 2.1 Localização da Área de Estudo

A barragem de botafogo localiza no município de igarassu na bacia do rio Botafogo-Arataca situada da Bacia dos grupos de pequenos rios litorâneos (GL1), único reservatório existente no grupo GL1, com capacidade máxima acima de 1 milhão de m<sup>3</sup> que abastece os municípios da Região Metropolitana do Recife(RMR) principalmente os municípios de Olinda,Igarassu,Abreu e Lima e Paulista. Complementa seu entorno áreas de cultivo de cana-de-açúcar, seu sangradouro e uma passarela que dá acesso à torre de controle de suas comportas. A ocupação humana ocorre através do plantio da cana-de-açúcar, pequenas roças de moradores que vivem próximos à barragem.

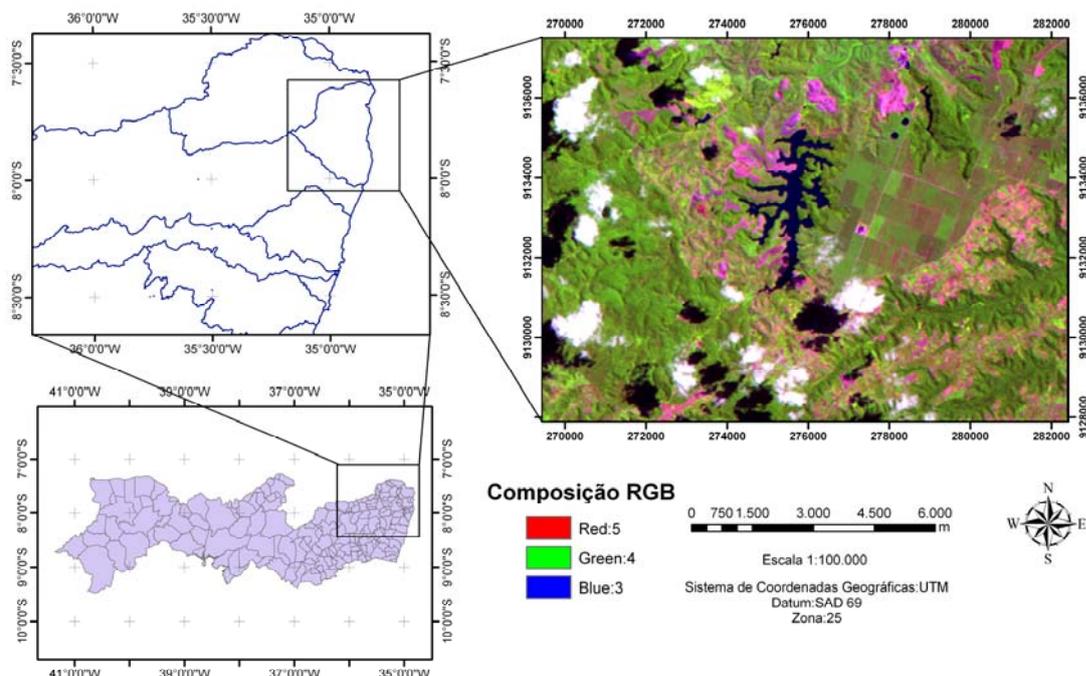


Figura 1: Mapa de localização da Barragem do Botafogo, Igarassu, Pernambuco.

#

## 2.2 Material e Método

O primeiro processo para elaboração deste respectivo trabalho foi à aquisição das imagens no site do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE) solicitadas no catalogo de imagens *Landsat*. As cenas selecionadas foram do satélite LANDSAT 5 TM órbita 214 ponto 65 do ano de 05/06/1988 e 26/08/2006 por apresentarem menor quantidade de nuvens. Utilizaram-se os canais 1, 2, 3, 4,5 correspondente a faixa do visível, infravermelho próximo e infravermelho médio.

O software utilizado foi o demonstrativo do *Erdas Imagine 9.1* utilizando as funções de registro, empilhamento das bandas espectrais, recortes e uso de modelos matemáticos entre as bandas espectrais, entre elas a banda 3 do visível e banda 4 do infravermelho próximo que possibilita a determinação de índices de vegetação (NDVI, SAVI e IAF),

Nesta etapa é usada intensivamente a ferramenta do *Model Maker* que será descrito a seguir as diversas etapas para a obtenção dos índices de vegetação. A primeira etapa chamada de Radiância, ou seja, é a conversão do numero digital, ND, de cada pixel da imagem em Radiância espectral monocromática de acordo com o equação 1 apresentado por Markham & Baker (1987):

$$L_{\lambda_i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND \quad (1)$$

Onde a e b são as Radiância mínimas e máximas ( $W m^{-2} sr^{-1} m^{-1}$ ), detectada pelo sensor TM do *Landsat*, ND é os números digitais da imagem que corresponde a um intervalo de 0 á 255 e i corresponde as bandas do satélite em estudo.

A etapa seguinte é a reflectância, ou seja, é a razão entre o fluxo de radiação refletida e o fluxo de radiação incidente de acordo com a Equação 2 de Allen et al., (2002):

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda_i}}{k_{\lambda_i} \cdot \cos Z \cdot d_r^2} \quad (2)$$

Onde  $L_{\lambda_i}$  é a Radiância espectral de cada banda,  $k_{\lambda_i}$  é a irradiância espectral solar de cada banda no topo da atmosfera, Z é o ângulo zenital solar e  $d_r$  é o inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol.

E por ultimo o Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) obtido pela razão da diferença da banda do vermelho com a banda do infravermelho próximo pela soma da mesma de acordo com a Equação 3 de (Tucker, 1979 apud Tasumi, 2003):

$$IVDN = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V} \quad (3)$$

Onde  $P_V$  é a banda do vermelho e  $P_{IV}$  é a banda do infravermelho próximo.

Com o calculo do NDVI foi possível adquirir o SAVI e o IAF de acordo com a Equação 4 e 5 (Huete, 1988 e a Allen et al., 2002):

#

$$SAVI = \frac{(1 + L)(\rho_{IV} - \rho_V)}{(L + \rho_{IV} + \rho_V)} \quad (4)\#$$

#

L é constante, cujo valor mais freqüentemente usado é 0,5 (Accioly et al., 2002; Boegh et al., 2002; Silva et al., 2005).

$$IAF = - \frac{\ln\left(\frac{0,69 - SAVI}{0,59}\right)}{0,91} \quad (5)$$

### 3. Resultados e Discussões

Um gerenciamento adequado que vise a redução dos impactos causados nas barragens deve fundamentar-se na compreensão das atividades que ocorrem nas bacias desses cursos d'água. A cobertura vegetal tem sido umas das atividades que mais sofre com o processo de transformação ao longo do tempo.

Existem diversos índices de vegetação disponíveis a partir da utilização de técnicas de sensoriamento remoto, mas os mais frequentemente utilizados são o Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) índice de vegetação ajustado ao efeito do solo (SAVI) e índice de área foliar (IAF). (Rouse et al 1974) Estes índices baseiam-se em simples combinações das refletâncias do visível e do infravermelho próximo.

A primeira análise espaço temporal no entorno da barragem foi o NDVI que é um indicador sensível da quantidade e da condição da vegetação verde com os valores entre -1 e 1 onde geralmente os valores de nuvens e água são negativos como mostra a figura 2 a seguir:

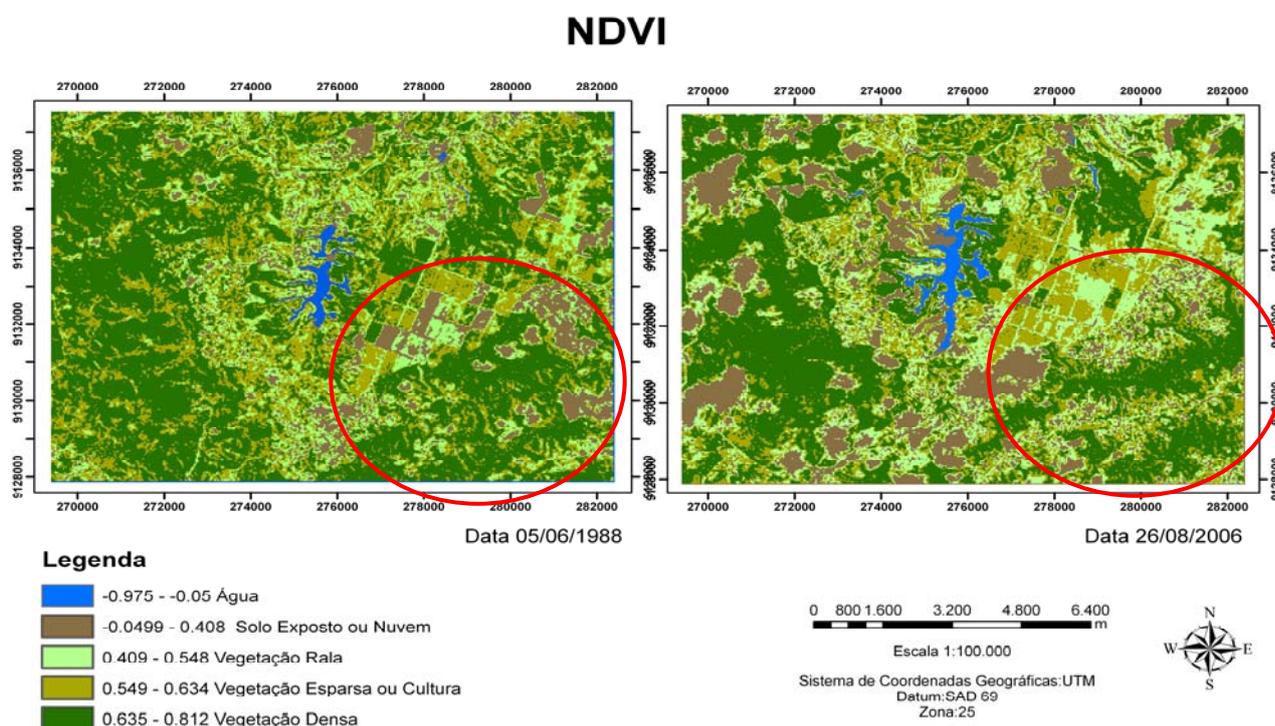


Figura 2: NDVI da Barragem do Botafogo destacando as Transformações, ao longo de 18 anos, na cobertura vegetal.

A figura 2 foi estimada cinco valores com intervalos de -0,05 á 0,812 inseridos dentro dos limites de intervalos do NDVI, tanto no ano de 1988 como também de 2006, a água do reservatório apresentou os menores valores correspondentes aos índices negativos para água no NDVI sendo mais nítido no ano de 2006 com a extensão da barragem devido a construção da adutora arataca em 1999 e maior concentração de solo exposto as margens da barragem apesar das nuvens e o solo exposto encontram-se inseridos dentro do mesmo intervalo, pode-

se observar entre 18 anos, correspondente as datas das imagens, que a vegetação rala nos intervalos de 0,409 e 0,548 e a vegetação densa nos intervalos de 0,635-0,812 foram os alvos que mais responderam as transformações decorrentes da cobertura vegetal principalmente nas margens direita da barragem como mostra a área em destaque.

Através do NDVI pode-se calcular o índice de área foliar IAF (Rondeaux *et al.*, 1996). Definido como a razão entre a área foliar de toda a vegetação por unidade de área sendo um indicador da biomassa como mostrar a figura 3.

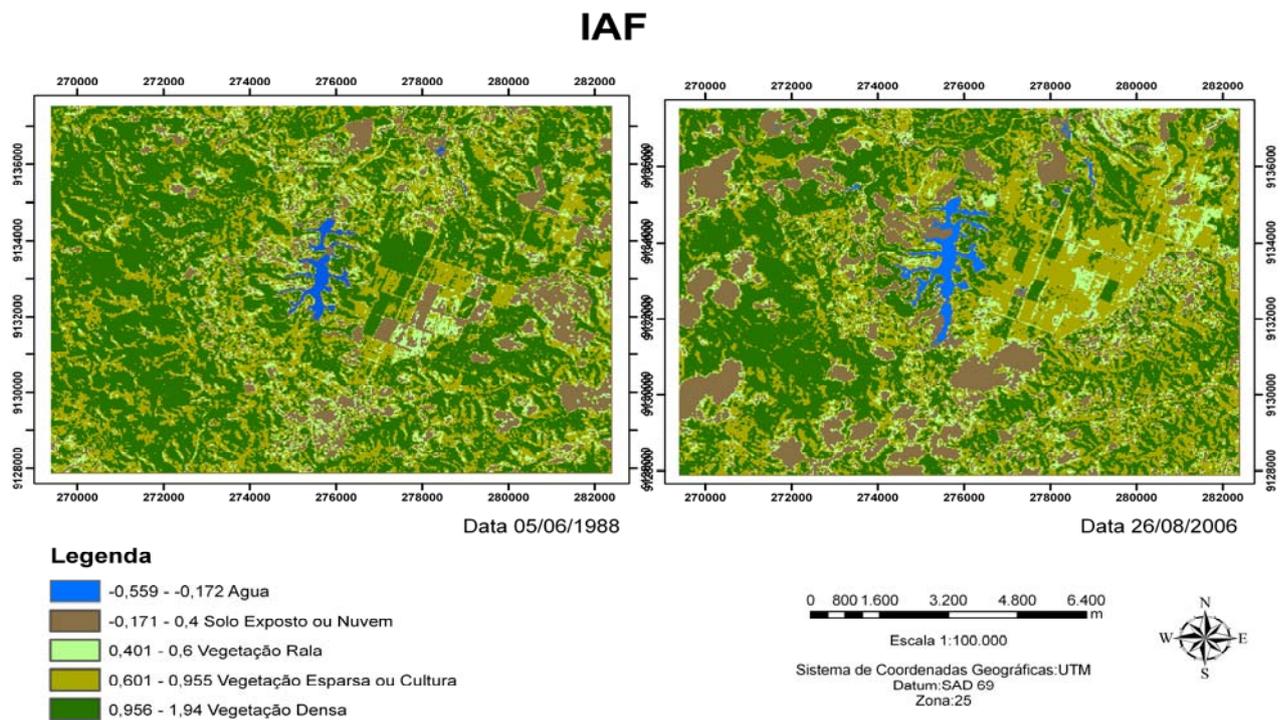


Figura 3: IAF no entorno da Barragem do Botafogo

No IAF foram estimados cinco intervalos entre -0,172-1,94 tendo os alvos cultura maiores contraste entre as imagens apresentando diferenças entre os estágios de maturação da cana de açúcar dentro da mesma cena, visto que as respectivas imagens são do período de chuva no litoral da região Nordeste correspondente ao corte da cana, pois o IAF é característico do crescimento e desenvolvimento de uma comunidade vegetal em termos de medidas de sensoriamento remoto. Em razão disso, os índices de vegetação são utilizados para inferir e monitorar a cobertura e o vigor da vegetação através de imagens de sensores multiespectrais, pois eles permitem a estimativa da biomassa ou do índice de área foliar (IAF) (Parise e Vettorazzi, 2005). Sendo útil no monitoramento do crescimento da cultura da cana. Na margem direita da barragem a cobertura vegetal densa apresentou menor densidade comparado ao NDVI

O SAVI faz parte de um grupo de índices considerados híbridos por utilizarem a razão de bandas com parâmetros de ajuste para minimizar o efeito da presença de solo em meio à vegetação. Os parâmetros de ajuste podem ou não considerar os coeficientes da linha do solo, mas sempre expressam o intuito de minimizar o efeito de fundo do solo, como mostra a figura 4.

## SAVI

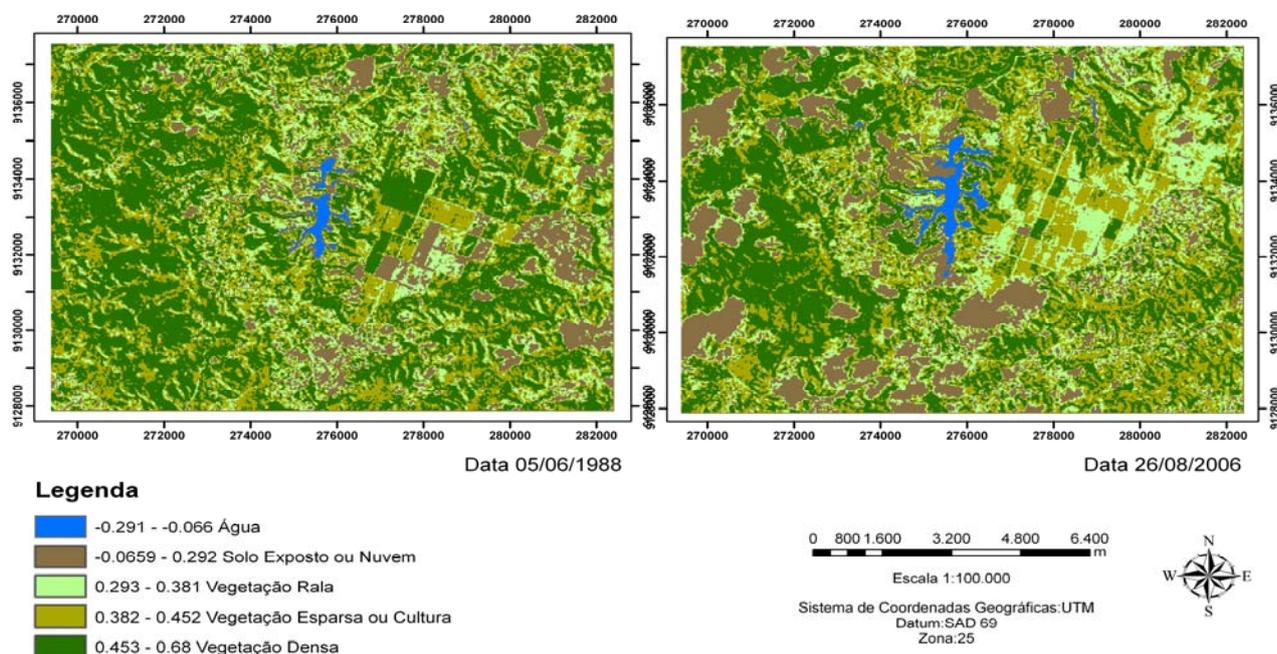


Figura 4: SAVI no entorno da Barragem do Botafogo.

O SAVI foi estimado com intervalos entre -0,66-0,68, pois apesar dos alvos solo exposto e nuvem estarem no mesmo intervalo no ano de 1988 apresentou maior divisão entre o solo exposto e a vegetação esparsa, pois não foi possível verificar no NDVI e IAF. O SAVI está entre um grupo de índices de vegetação que medem ou aproximam a distância entre o *pixel* e a linha do solo, assim retirando o efeito dos solos claros ou escuros (Huete, 1988) amenizando os efeitos do *background* do solo. Na imagem de 98 o solo exposto respondeu melhor comparado no ano de 2006 apresentando solos cobertos por vegetação rala, entretanto não possui muita distinção comparada ao IAF no mesmo período, contudo em 2006 são mais nítidas as pequenas fragmentações de solo exposto levando em consideração a ocupação humana por pequenas roças de moradores que vivem próximo aos trechos de mata nos terrenos mais elevados à barragem em relação ao mesmo período vegetação rala foi o que melhor respondeu em analogia ao IAF.

#### 4. Conclusões

Durante a análise foi possível observar o uso da ferramenta do sensoriamento remoto como suporte na decisão no monitoramento da cobertura vegetal. As informações obtidas pela cobertura vegetal ao longo de 18 anos, correspondente a data da imagem, revelam aspectos importantes das transformações da vegetação, uma vez que as atividades realizadas nessa área contribuem de alguma forma na qualidade da água, de suma importância para o abastecimento da RMR.

Após terem sido definidas as classes de cobertura a serem identificadas na área delimitada os índices de vegetação empregados neste trabalho apresentou diferentes repostas tanto dentro da mesma cena como também em anos diferentes. O NDVI identificou melhor as mudanças nos alvos de vegetação densa principalmente na margem direita da barragem, o IAF que avalia a biomassa por área identificou as culturas com diferentes intervalos levando-se em

consideração os diferentes estágios de maturação da cana de açúcar sendo um excelente identificador no monitoramento das culturas e por ultimo o SAVI que apesar de ser um indicador da diferença do solo na vegetação a imagem de 2006 teve pouca relevância devido a presença de nuvens, entretanto foi possível observa um aumento de solo exposto aos terrenos mais elevados da barragem.

Portanto, a barragem de Botafogo destinada ao abastecimento de agua da Região Metropolitana do Recife (RMR) é indispensável o monitoramento da cobertura vegetal a fim de garantir a qualidade da agua do reservatório.

## Referências

Allen, R.; Bastiaanssen, W.; Waters, R.; Tasumi, M.; Trezza, R. Surface energy balance algorithms for land (SEBAL), Idaho implementation - Advanced training and users manual, version 1.0, 2002. 97p.

Huete, A. R. Adjusting vegetation indices for soil influences. *International Agrophysics*, v.4, n.4, p.367-376, 1988

Markham, B. L.; Barker, L. L. Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances. *International Journal of Remote Sensing*, v.8, n.3, p.517-523, 1987.

Mota,Suetônio. Preservação e conservação de recursos hídricos/Suetônio mota-2. ed.rev. e atualizada- Rio de janeiro:ABES,1995

Parise, F.J.O.; Vettorazzi, C.A.; Análise de dados de produção em um pomar jovem de laranjeiras Hamlin: I. Relações com a resposta espectral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, abr.2005.

SÁ, Alcindo José de;. CORRÊA, Antonio. Carlos de Barros. **Regionalização e análise regional. : perspectivas e abordagens. Contemporâneo-Recife**; Ed. Universitária da UFPE, 2006.

WIEGAND et al.,1991 wiegand,c.l.;richardson,a.jescober,d.e.vegetation indice in crop assessment .remoto sensing of environment 32,n.2p.105-109,1991

#

#

#

#