

# ANÁLISE DA EVOLUÇÃO TEMPORAL DO NDVI/NOAA EM ÁREA DE CANA-DE-AÇÚCAR E MATA ATLÂNTICA NA MATA NORTE DE PERNAMBUCO

Abdoral de Andrade Lucas<sup>1</sup>  
Carlos Alberto Borba Schuler<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco - UFPE – Programa de Pós-Graduação em Ciências geodésicas e Tecnologias da Geoinformação – [abdoralucas@bol.com.br](mailto:abdoralucas@bol.com.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pernambuco - UFPE – Programa de Pós-Graduação em Ciências geodésicas e Tecnologias da Geoinformação – [schuler@ufpe.br](mailto:schuler@ufpe.br)

## RESUMO

Este trabalho relata o uso dos produtos das imagens NOAA, em áreas cuja vegetação é formada pela cultura da cana-de-açúcar e manchas de Mata Atlântica, localizada no município de Igarassu. A Usina São José, local de estudo, possui uma área de aproximadamente 250 quilômetros quadrados. As mudanças estruturais da vegetação no decorrer da estação de crescimento resultam em uma diferenciação da sua reflectância, como também no decorrer das estações climáticas, o que permite empregar o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) para o monitoramento da vegetação, bem como distinguir diferentes tipos de vegetação e detectar possíveis problemas de crescimento. Em estudos de monitoramento, freqüentemente é buscado o estabelecimento de relações entre o padrão de evolução do crescimento das plantas ao longo do tempo com o padrão de evolução temporal do NDVI.

**Palavras-chave:** *National Oceanic and Atmospheric Administration, Advanced Very High Resolution Radiometer, Normalized Difference Vegetation Index.*

## ANALYSIS OF THE TEMPORARY EVOLUTION OF NDVI/NOAA IN AREA OF SUGAR CANE AND ATLANTIC FOREST IN THE NORTH FOREST OF PERNAMBUCO

### ABSTRACT

*This work tells the use of the products of the images NOAA, in areas whose vegetation is formed by the culture of the sugarcane and stains of Atlantic forest, located in the municipal district of Igarassu. The Usina São José, study place, possesses an area of approximately 250 squared kilometer. The structural changes of the vegetation in elapsing of the growth station result in a differentiation of its reflectances, as well as in elapsing of the climatic stations, the one that allows use NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) for the monitoring of the vegetation, as well as to distinguish different vegetation types and to detect possible growth problems. In monitoring studies, frequently the establishment of relationships is looked for among the pattern of evolution of the growth of the plants along the time with the pattern of temporary evolution of NDVI.*

**Keywords:** *National Oceanic and Atmospheric Administration, Advanced Very High Resolution Radiometer, Normalized Difference Vegetation Index.*

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 SENSORIAMENTO REMOTO

Desde a década de setenta, com o advento do sensoriamento remoto orbital, tornou-se possível o monitoramento da evolução espacial e temporal das mudanças na cobertura da superfície terrestre. Valendo-se de sensores multiespectrais, fenômenos como queimadas, desmatamentos, expansão urbana e mudanças na cobertura vegetal, passaram a ser estudados de forma objetiva. Para avaliar o comportamento espectral de um dossel deve-se considerar, inicialmente, o comportamento observado em uma folha individual, atentando que, à medida que ocorram alterações na quantidade de biomassa foliar do dossel, as frações absorvida, transmitida e refletida da radiação eletromagnética também serão alteradas. A análise e a quantificação destas relações é o que possibilita o monitoramento da vegetação através do sensoriamento remoto, bem como, a integração dos dados obtidos a partir dos sensores remotos com modelos matemáticos que permitam inferir sobre as propriedades biofísicas de um dossel.

## 1.2 ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA ( NDVI )

O sensoriamento remoto proporciona uma visão sinóptica de áreas agrícolas, além de possibilitar um monitoramento temporal dos estágios de desenvolvimento da cultura em grandes áreas. Embora os satélites da série NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) tenha sido desenvolvido para fins meteorológico vêm sendo muito utilizados no monitoramento da vegetação em escala regional e global e, mais recentemente, em estudos no monitoramento agrícola através do crescimento de biomassa (MOTA et al. 2003), (FONTANA et al. 2001).

O radiômetro AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) possui um canal na banda correspondente ao vermelho e outro na banda do infravermelho próximo, sendo estes usados em estudos de cobertura vegetal. A curva espectral média da vegetação pode ser verificada através de três regiões, o visível (até 740nm), onde a reflectância é baixa, devido a grande absorção da radiação incidente, provocado pelos pigmento da planta (clorofila, carotenóides). A segunda região compreende a faixa do infravermelho próximo que é dominado pela estrutura celular das folhas provocando alta reflectância. E por último a faixa que compreende o infravermelho médio, que exibe o resultado da variação do teor de água contido na folha, diminuindo a reflectância na curva espectral da cultura. Como, também, devido à sua frequência de imageamento, 2 a 4 vezes por dia de um mesmo local tem-se aumentada a probabilidade de obtenção de dados-imagem em boas condições da cobertura vegetal, assim como ao longo do ciclo de desenvolvimento de culturas comerciais.

O NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), é obtido pela combinação das radiações refletidas na banda do visível e do infravermelho próximo através de operações matemáticas simples. Como as folhas verdes emitem reflectância baixa, em torno de 20% no canal 1 do AVHRR, e alta, com cerca de 50% no canal 2, este é um dos mais utilizados, e em particular para regiões semi-áridas ou com ciclos fenológicos marcantes. A utilização deste índice apresenta várias vantagens como a compensação parcial das mudanças nas condições de iluminação e de topografia. Vários estudos mostraram a sua alta correlação com parâmetros associados ao desenvolvimento e produtividade das plantas, tais como densidade de vegetação e cobertura (ORMSBY et al., 1987), biomassa foliar verde (TUCKER, 1979), índice de área foliar (WIEGAND et al., 1991), e estado das culturas (WIEGAND et al., 1992).

## 1.3 ÁREA TESTE

O estudo está sendo realizado na usina São José, com sede localizada no Município de IGARASSU – PE, com uma área aproximadamente de 250 Km<sup>2</sup>, Figura 1. O seu plantel é formado principalmente pelas seguintes variedades: SP784764, RB813804, SP791011, SP784764, SP813250. Pernambuco ocupa o posto de terceiro maior produtor nacional de açúcar e sétimo de álcool, possuindo no total 38 usinas e 10 destilarias de álcool distribuídas principalmente na zona da mata. Centraliza, no estado, em torno de vinte por cento da área de cana do Brasil. A imagem que recobre os limites da área em estudo é mostrada na Figura 2, cuja composição colorida é associando o canal R a banda XS1, o canal G a banda XS2 e o canal B a banda XS3.

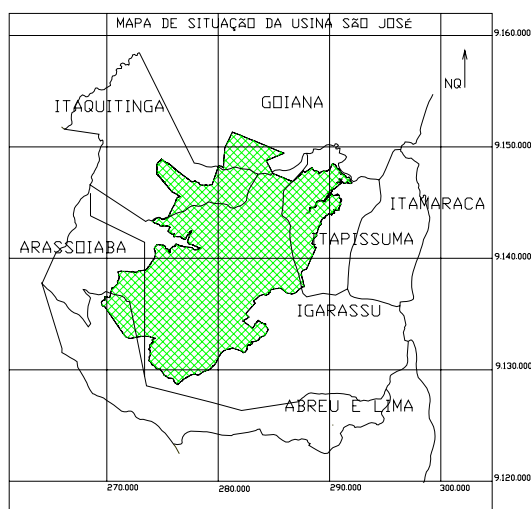


FIGURA 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

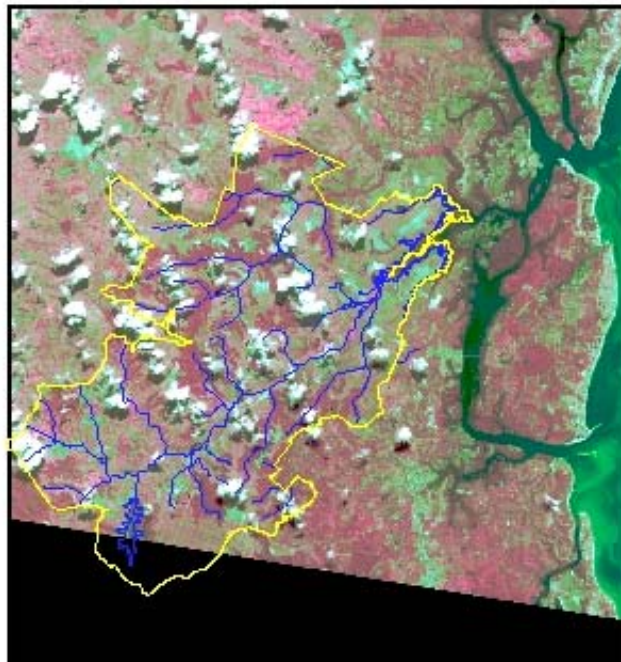


FIGURA 2 – IMAGEM SPOT ( 1998) QUE RECOBRE A ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho tem como objetivo geral realizar a análise da evolução temporal do NDVI em áreas cobertas por cana-de-açúcar e Mata Atlântica, associando a este LST ( *Land Surface Temperature* ), além de relacioná-los com os tratos culturais e os fatores edafoclimáticos da área em questão.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Durante as safras 2003-2004 e 2004-2005, o ciclo vegetativo da cana-de-açúcar será monitorado nas três fases do crescimento da cultura. As três fases nas quais foram obtidos os dados de sensoriamento remoto (NDVI) e parâmetros agrônômicos (Idade, Altura, Produção, etc) da cultura correspondem às fases básicas de desenvolvimento da cultura em estudos de análise de crescimento. Associado aos dados e os parâmetros estará descrito todo o manejo agrícola (Capina, Irrigação, Fertirrigação, Adubação, Espaçamento Entre Filas, etc) e também os dados edafoclimáticos (Tipo de Solo, Textura, Precipitação, Umidade Relativa do Ar, Nebulosidade, etc).

A captação das imagens NOAA a serem utilizadas pertencente ao Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (GEOSERE) do Departamento de Tecnologia Rural (DTR) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). A recepção das imagens NOAA será no formato HRTP (*High Resolution Picture Transmission*). Sendo posteriormente efetuado o processamento para as correções da distorção panorâmica e de radiância para as bandas 1 e 2, correção geométrica e o georeferenciamento. Após as correções das imagens originais serão geradas imagens de NDVI, usando as reflectâncias da banda 1 (0,58 a 0,68 $\mu$ m) e da banda 2 ( 0,725 a 1,1 $\mu$ m) do AVHRR/NOAA).

As imagens poderão ser padronizadas para um intervalo de NDVI de -1,0 a +1,0. A partir dessas imagens de NDVI diárias, serão geradas imagens de composição, atribuindo-se a cada *pixel* o valor de NDVI mais elevado observado ao longo de um conjunto de imagens de trinta dias consecutivos. O objetivo deste procedimento é minimizar a interferência atmosférica, especialmente aquela devido à nebulosidade. Para o processo de composição torna-se necessário registrar cada imagem diária à mesma base cartográfica, de forma que um determinado *pixel* correspondesse à mesma localização geográfica em todo o conjunto de imagens utilizadas.

As imagens que serão utilizadas possuem as seguintes descrições: Satélite NOAA /16 – AVHRR, dados HRPT com resolução de 1,1 km , Canais, C1 (0,580 a 0,680mm) e C2 (0,725 a 1,100mm).

O cálculo do NDVI das imagens será realizado com base na seguinte equação:

$$\text{NDVI} = (C1 - C2)/(C1 + C2) \quad (1)$$

Onde: C1 = Infravermelho próximo e C2 = Vermelho.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 TABELAS DA ÁREA

Tabela 1- Dados Obtidos no Posto de Observação Eng. Piedade

2004	Prec. Pluv. (mm)	T.Máxima (°C)	UR (%)	Fotoperíodo	Evaporação (mm)	Nebulosidade(%)
JAN	435,4	25,25	81,5	2,47	2,35	47,74
FEV	206,4	25,35	79,3	4,07	3,42	35,6
MAR	187,9	23,81	73,0	5,25	8,49	37,33
ABR	536,4	25,85	76,4	2,38	2,66	36,66
MAI	287,7	25,24	78,4	4,48	2,06	39,33

Fonte: USINA SÃO JOSÉ (2004)

Tabela 2- Referente ao Eng.D` Agua

Lt	Ct	Var	Tp	S.I.	Ep
696	04/01/04	SP784764	TAB	FERT	1,00
695	06/01/04	II	TAB	FERT	CB
694	08/01/04	RB813804	TAB	FERT	1,00
693	12/12/03	SP784764	TAB	FERT	1,00
692	12/12/03	SP813250	TAB	FERT	1,00
691	08/01/04	II	TAB	FERT	1,00
685	22/12/03	II	TAB	FERT	1,00
686	22/12/03	SP784764	TAB	FERT	CB

Fonte: USINA SÃO JOSÉ (2004)

OBS: CB = Combinado, Lt = Lotes, Ct = Corte, Var = Variedades, Tp = Topografia, S.I. = Sistema de Irrigação, Ep = Espaçamento.

#### 3.2 NDVI COM NOAA

No primeiro teste realizou-se o cálculo da variação do NDVI (0,097 a 0,7) para o estado de Pernambuco referente ao mês de setembro de 2002, gerados a partir de imagens NOAA 16, tendo como resultado altos valores desde o Litoral até o Agreste e baixos valores do Agreste ao Sertão como mostra a figura 3.

Os resultados mostram duas regiões que se destacam com valores de NDVI opostos: sendo que os valores de NDVI dominado pela caatinga no interior do PE, são menores que os observados próximo do Litoral na Zona da Mata. Esse comportamento está associado com o regime de chuvas na região: os meses mais secos (no interior do Estado) ocorrem no período de junho/novembro (NDVI) diminui, enquanto que o período chuvoso se concentra de dezembro a março (NDVI aumenta). No Litoral Nordeste e Zona da Mata as chuvas se concentram entre maio e julho (vegetação está mais verde) e o período de seca entre outubro e dezembro.

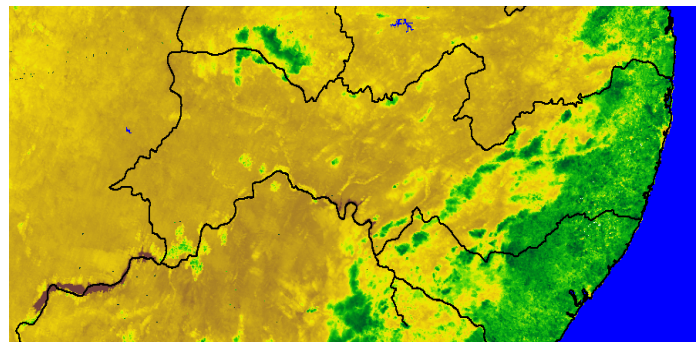


FIGURA 3 – VARIAÇÃO ESPACIAL DO NDVI

### 3.3 NDVI COM O HRV-SPOT

A Figura 4 mostra o NDVI com HRV-SPOT do ano de 1998 com a área de estudo circundada em amarelo. Observa-se que dentro da área estudada o valor de NDVI é em geral alto e mostra os estádios da cana-de-açúcar. Os valores próximos a zero correspondem a água.

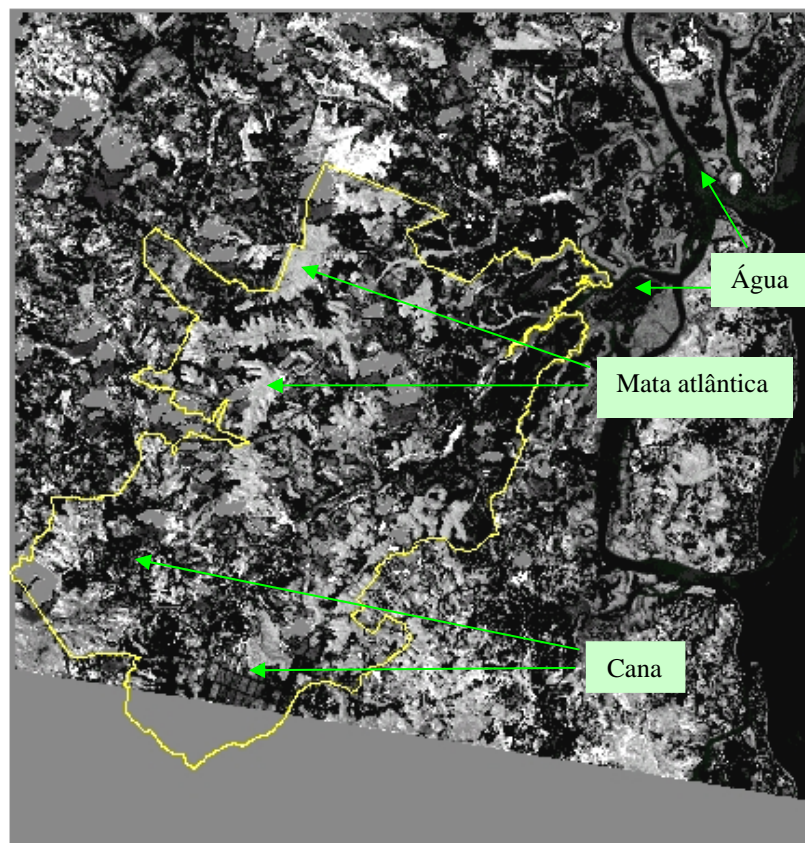


FIGURA 4 – IMAGEM NDVI/SPOT (1998) QUE RECOBRE A ÁREA DE ESTUDO

### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se o estabelecimento de uma relação entre os parâmetros de crescimento (altura, Idade após a colheita, biomassa) e a evolução temporal do NDVI ao longo do ciclo da cultura.

Durante as diferentes estações do ano ocorrem diferentes níveis de precipitação, como também poderá existir área ou lotes não irrigados, isso poderá acarretar diferentes valores de NDVI, ou seja durante a estação seca baixos valores de NDVI e durante a estação chuvosa altos valores de NDVI.

O NDVI terá primeiramente uma fase de aumento significativo em seus valores, correspondendo à fase de crescimento vegetativo da cultura, posteriormente seus valores começam a se estabilizar devido à entrada da cultura na fase de maturação, e por fim há uma queda da reflectância em virtude do aumento da quantidade de palha na cultura e senescência.

A distribuição espacial e temporal do NDVI e a precipitação mensal na área terão padrões semelhantes e são estatisticamente correlacionados. Desta forma, o NDVI poderia ser utilizado como indicador de regime pluviométrico na região.

Para o sensor HRV-SPOT, percebe-se que o NDVI é menor para tons de cinza mais escuro e será maior para tons de cinza mais claro, essa variação é percebida entre os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar. Enquanto que em todas as manchas de Mata Atlântica os tons de cinza aparece claro e pouco variável, desta forma o NDVI será maior que na cana-de-açúcar.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FONTANA, DC.; WEBER, E.; DUCATI, J.; FIGUEIREDO, DC.; BERLATO, MA.; BERGAMASCHI, H. **Previsão da safra de soja no Brasil: 1999/2000**. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA. 2001, Fortaleza, CE. Anais. São Paulo: SBA, 2001. v.2. p.585-586.
- MOTTA, JLG.; FONTANA, DC.; WEBER, L. **Análise Da Evolução Temporal Do DVI/NOAA Em Região De Soja No Rio Grande Do Sul**. 2003, Belo Horizonte, BH. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05-10 abril 2003, INPE, p. 197-204.
- ORMSBY, J.P.; CHOUDHURY, B.J.; OWE, M. **Vegetation spatial variability and its effects on vegetation indices**. International Journal of Remote Sensing, v. 8, n. 9, p. 1301-1306, 1987.
- TUCKER, C.J. **Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation**. Remote Sensing of Environment, v. 8, n. 2, p. 127-150, 1979.
- WIEGAND, C.L.; EVERITT, J.H.; RICHARDSON, A.J. **Comparison of multispectral video and SPOT-HRV observations for cotton affected by soil salinity**. International Journal of Remote Sensing, v. 13, n. 8, p. 1511-1525, 1992.
- WIEGAND, C.L., RICHARDSON, A.J., ESCOBAR, D.E., GERBERMANN, A.H. **Vegetation indices in crop assessments**. Remote Sensing of Environment, v. 35, p. 105-119, 1991.