

## Mapeamento do IVDN e IVAS para o município de Coqueiro Seco-AL a partir de imagens geradas pelo Thematic Mapper do Landsat 5

Laurizio Emanuel Ribeiro Alves<sup>1</sup>  
Heliofábio Barros Gomes<sup>1</sup>  
Eric Fernando Santos Silva<sup>1</sup>  
Maurílio Neemias dos Santos<sup>1</sup>  
José Marcos Alves dos Santos<sup>1</sup>  
Samuellson Lopes Cabral<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Alagoas - UFAL  
Campus A.C. Simões, Avenida Lourival Melo Mota,  
s/n, Cidade Universitária – Maceió, AL, Brasil, CEP 57072-900  
{laurizio.r, heliofab, maurilioneemias2010}@gmail.com;  
{ericzig, marcosalves\_ufal}@hotmail.com,

<sup>2</sup> Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN)  
Estrada Dr. Altino Bondensan, 500 - Coqueiro, São José dos Campos - SP, Brasil, CEP 12247-016.  
{samuellsoncabral}@gmail.com

**Abstract:** Through remote sensing methods that analyzes information obtained from elements in the Earth's surface to act without direct contact with them, all through sensors that are in orbit, following study aims to evaluate the change of the vegetation period on a timeline through NDVI and SAVI, using image data from LANDSAT 5 TM system in the period of 11/06/1990 and 27/01/2005 at Municio of Coqueiro Seco - AL. The choice of this region to study due to lack of studies in the locality of its forest cover since some areas is agricultural production and other native vegetation has bathed in the lagoon Mundaú. The values obtained for the NDVI images of 1990 middle wire of 0,299 and a maximum of 0,810 and 0,166 in 2005 and average maximum of 0,753. SAVI image for the 1990 average of 0,186 and 0,586 maximum and average of 2005 of 0,094 and a maximum of 0,540. The results are satisfactory in the evaluation of the vegetation of the region, pointing modifications and variations within the period of 13 years, another highlight is the presence of areas for farming, identifying distinct periods in the soil cover as the images are in different months of . The information obtained from this temporal variation of vegetation and their distribution and occupancy in the region may come in future work to help planning for the preservation of its vegetation or improvement of agricultural production.

Palavras-chaves: remote sensing, landsat 5, vegetation index, sensoriamento remoto, landsat5, indices de vegetação.

### 1. INTRODUÇÃO

Na demanda crescente por informações geográficas, estudos em diversas áreas são realizados para suprir essa necessidade, as principais regiões com carências são cidades da região nordeste sendo essas metropolitanas de suas capitais. Informações necessárias para gerenciamento e planejamento urbano, que servirão para compor um sistema de informação em geral. O levantamento do uso da terra em determinada região tornou-se um item fundamental na compreensão de padrões de organização urbano e do meio ambiente. Assim, existe a necessidade de atualização constante dos registros de uso do solo para análise de tendências.

Um dos meios possíveis para realização desses estudos são os métodos utilizados em sensoriamento remoto que é uma técnica bastante útil. Permitindo obter, em curto prazo, grande quantidade de informação sobre registros de uso da terra, podendo ser vinculando a resultados já existentes da região como os de cadastro urbano que obtém dados de rede viária urbana, planialtimétrico urbano, áreas verdes, áreas de plantio, etc. Esses recursos gráficos são utilizados para representar a realidade através de informações espaciais de uma forma organizada e padronizada incluindo acuracidade, precisão, datum para determinação de coordenadas, tem suas aplicações estendidas à todas as atividades que de alguma forma necessitam conhecer parte da superfície terrestre no planejamento e monitoramento regional

de meio ambiente. Um dos estudos que visa obter informações através de recursos espaciais é o trabalho “Geração de Carta Imagem Com Extração Direta de Informações Vetoriais” GIS BRASIL 98. Este trabalho se propõe a elaborar carta-imagem a partir do sistema LANDSAT com informações vetoriais obtidas de vetorização sobre a imagem. Técnicas de processamento de imagens são utilizadas para realce das feições, apresentando resultados compatíveis com a precisão esperada, (Lazzarotto, 2007). As técnicas de sensoriamento remoto juntamente com as análises de informações espaciais em ambientes de sistemas de informações geográficas tornaram possíveis a análise e o monitoramento multi-temporal e espacial das mudanças ocorridas na superfície terrestre.

O município de Coqueiro Seco foi escolhido para realização desse estudo, por fazer parte da região metropolitana de Maceió-AL a fim de avaliar as tendências ocupacionais em escala temporal com uso de três imagens de satélites de 1998, 2006 e 2011 a partir de métodos de sensoriamento remoto, gerando um mapa comparativo dos índices de vegetação IVDN e IVAS, a fim de analisar a variação da cobertura vegetal e solo exposto na região, que se apresenta às margens de um dos principais complexos sistema estuário de Alagoas (lagoa Mundaú), assim como sua espacialidade, diagnóstico do dinamismo no espaço agrário entre outras finalidades.

## 2. METODOLOGIA DE TRABALHO

A região selecionada está situada às margens da Lagoa Mundaú, o município de Coqueiro Seco tem seu nome originário dos encontros frequentes de mercadores e viajantes à sombra de um coqueiro de palhas queimadas diferenciado dos demais, onde eram realizados grandes negócios, tendo como as principais fontes de economia a monocultura da cana-de-açúcar, o coco e a pesca. Coqueiro Seco é um município da microrregião de Maceió, está localizado no leste de Alagoas, a uma distância de 5 km de Maceió em linha reta por via lacustre; 35,6 Km por via terrestre, passando pelo o município de Santa Luzia do Norte e alcançando as rodovias AL 401 e BR 316 e 18 km pela rodovia BR 424 e AL 101 Sul, margeando a lagoa Mundaú e estando a oeste e sul com o município de Marechal Deodoro. A cidade possui uma área de 40,4 km<sup>2</sup> (0,14% de AL), com sua topografia variando em altitudes de 5 a 125 metros tendo as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 09° 38' 18'' e Longitude 35° 48' 11''.

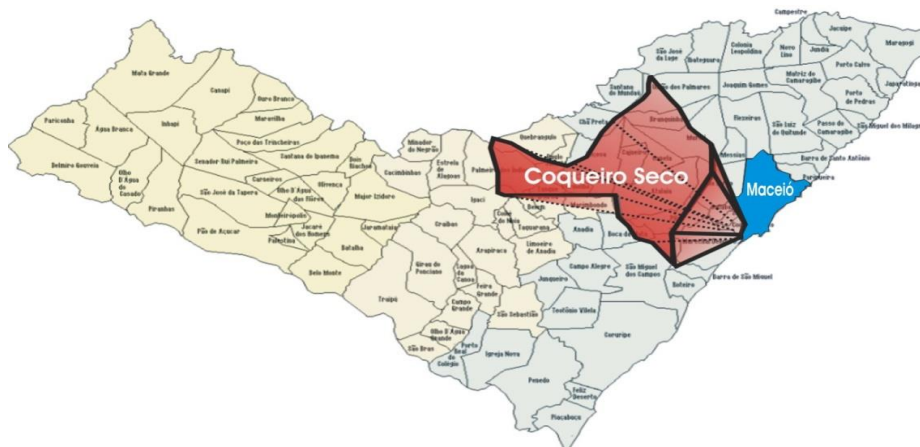


Figura 1. Identificação do Estado de Alagoas, com destaque o município de Coqueiro Seco IBGE (2010).

Para realização deste trabalho foram utilizadas três imagens do sensor Thematic Mapper (TM) a bordo do satélite Landsat 5, obtidas através da Divisão de Geração de Imagens (DGI), correspondentes as datas 21/09/1998, 26/08/2006 e 17/03/2011. As datas foram escolhidas pro apresentar um período espaço temporal aceitável para a comparação nas mudanças da vegetação na região de estudo, durante a passagem do Landsat 5. Dentre as informações das

imagens estão, horário de passagem do satélite às 9h e 30min (tempo solar), no ponto 67 e órbita 214, Datum WGS84, projeção cartográfica em Sistema Universal Transverso Mercator. O tratamento de imagens foi realizado por meio do *software* Erdas 9.2, através da ferramenta Model Maker onde foi aplicado o algoritmo SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithms for Land*) para determinação da variável em questão. Para as classificação das feições dos resultados comparativos dos índices e geração dos mapas temáticos foi utilizado um *software* QGIS 2.8.

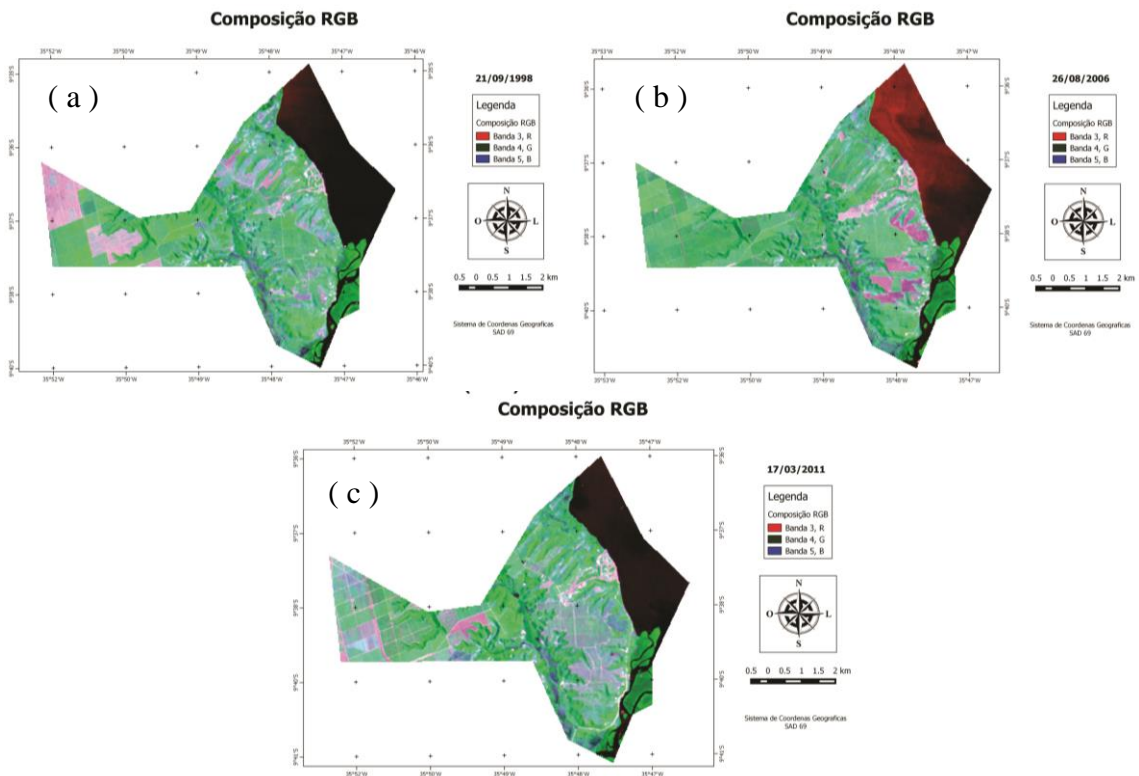


Figura 2. Recorte da imagem LANDSAT 5 da área em estudo com combinação RGB das bandas espectrais 3, 4, 5 em composição Falsa cor para os dias ( a ) 21/09/1998, ( b ) 26/08/2006 e ( c ) 17/03/2011.

### Coqueiro Seco



Figura 3. Recorte da imagem do Google Earth Pro, para a região de Coqueiro Seco para o ano de 2013.

## 2.1. ALGORITMO UTILIZADO

### 2.1.2. CÁLCULO DA RADIÂNCIA ESPECTRAL ( $L_{\lambda}$ )

A primeira etapa computacional são os cálculos dos índices de vegetação que são divididas em três fases (Allen, 2002). Primeiro é obtido a Radiância espectral, equação 2.1, que consiste na conversão numérica digital (ND), em que o  $(x,y)$  é calculo em todos os pixel da imagem empilhada do LANDSAT 5 TM, a Radiância espectral  $L_{\lambda,(x,y)}$  calculada em cada pixel da imagem é obtida pela seguinte expressão:

$$L_{\lambda,(x,y)} = L_{\min} + \frac{L_{\max} - L_{\min}}{255} ND_{\lambda,(x,y)} \quad (2.1)$$

em que  $L_{\min}$  e  $L_{\max}$  são as radiâncias mínima e máxima obtidas mediante processo de calibração do LANDSAT 5 TM, cujos valores, válidos para imagens geradas após 5 de maio de 2003, de acordo com (Chander e Markhan, 2003), estão representados na Tabela 1.

Tabela 1. Constantes de calibração do LANDSAT 5 – TM. Os coeficientes de calibração utilizados são os propostos por Chander et al. (2007)

**Tabela 1. Descrição das bandas e faixas espectrais correspondentes ao TM - LANDSAT 5, coeficientes de calibração mínimo (a) e máximo (b), irradiância solar espectral no topo da atmosfera ( $ESUN_{\lambda}$ ) e coeficientes das diferentes bandas usadas no cômputo do albedo.**

Bandas	Faixa Espectral ( $\mu\text{m}$ )	Coeficiente de calibração ( $\text{W m}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$ )						$ESUN_{\lambda}$ ( $\text{W m}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$ )	$w_{\lambda}$
		De 01/03/1984 até 04/05/2003		De 05/05/2003 até 01/04/2007		Após 02/04/2007			
		a	b	a	b	a	b		
1	0,45 - 0,52	-1.52	152.1	-1.52	193	-1.52	169	1957	0.293
2	0,52 - 0,60	-2.84	296.81	-2.84	365	-2.84	333	1826	0.274
3	0,63 - 0,69	-1.17	204.3	-1.17	264	-1.17	264	1554	0.233
4	0,76 - 0,90	-1.51	206.2	-1.51	221	-1.51	221	1036	0.155
5	1,55 - 1,75	-0.37	27.19	-0.37	30.2	-0.37	30.2	215	0.032
6	10,4 - 12,5	12.378	15.303	12.378	15.303	12.378	15.303	-	-
7	2,08 - 2,35	-0.15	14.38	-0.15	16.5	-0.15	16.5	80.67	0.012

### 2.1.3. REFLECTÂNCIA ESPECTRAL ( $P_{\lambda}$ )

Após a obtenção Radiância espectral, o próximo passo foi o cálculo da refletividade espectral, equação 2.2, que pode ser definida como a razão entre radiação solar refletida pela radiação solar incidente em cada pixel. Que representa a porção da radiação solar de cada banda que é refletida por cada pixel da imagem e o seu cômputo é efetivado pela equação Allen (2002):

$$\rho_{\lambda,(x,y)} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda,(x,y)}}{ESUN_{\lambda} \cdot \cos\theta \cdot dr} \quad (2.2)$$

em que  $L_{\lambda,(x,y)}$  é a radiância espectral da banda b;  $d_r$  é o inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol;  $ESUN_{\lambda}$  é a constante solar monocromática associada as bandas do LANDSAT 5 TM (Tabela 1); e  $\theta$  é o ângulo de incidência da radiação solar, que é obtido em cada pixel. Esse ângulo foi obtido a partir do ângulo de elevação solar ( $\beta$ ), disponível no cabeçalho disponibilizado juntamente com as imagens LANDSAT 5, e conforme a equação 2.3 :

$$\cos\theta = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) \quad (2.3)$$

em que  $dr$  é o inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol, calculado conforme a equação (2.4), (Iqbal, 1983). O valor do argumento  $(2 \cdot \pi \cdot d_n / 365)$  está em radianos, sendo  $d_n$  o número do dia do ano.

$$dr = 1 + 0,033\cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot d_n}{365}\right) \quad (2.4)$$

### 2.1.4. ÍNDICES DE VEGETAÇÃO

O valor do IVDN, equação 2.5, foi obtido por meio da razão entre a diferença da reflectância do infravermelho próximo ( $\rho_4$ ) e a do vermelho ( $\rho_3$ ), normalizada pela soma de ambas (Allen et al., 2002), ou seja:

$$IVDN = \frac{(\rho_4 - \rho_3)}{(\rho_4 + \rho_3)} \quad (2.5)$$

Onde:  $\rho_4$ ,  $\rho_3$  correspondem, respectivamente, às reflectâncias das bandas 4 e 3 do sensor TM Landsat 5. O IVDN é um indicador da quantidade e da condição da vegetação verde da área e seus valores variam de -1 a 1.

O IVAS é um índice de vegetação que visa amenizar os efeitos da superfície do solo, sendo obtido através da equação 2.6 (Huete, 1988):

$$IVAS = \frac{(1+L) \cdot (\rho_4 - \rho_3)}{(L + \rho_4 + \rho_3)} \quad (2.6)$$

onde L é o fator de ajuste do solo, sendo considerado igual a 0,5.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

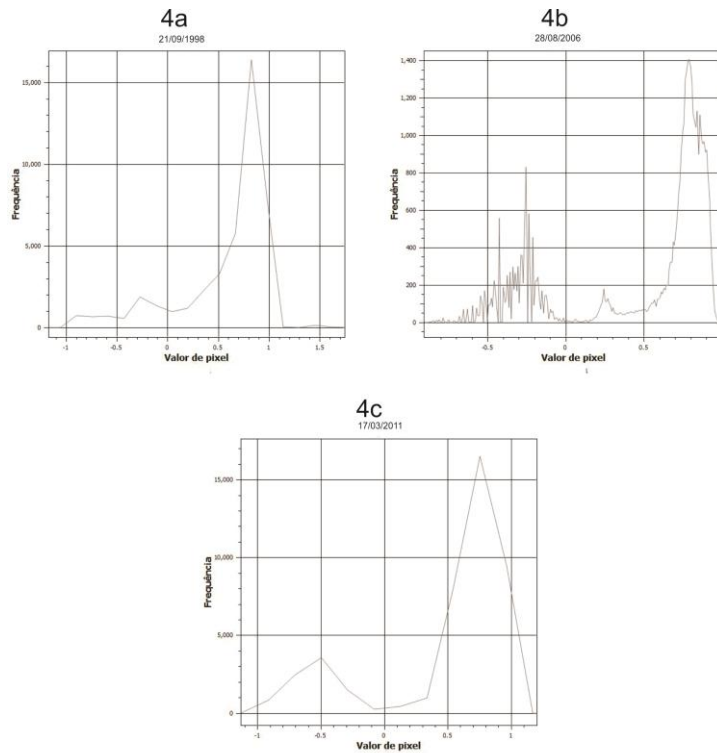
O seguinte estudo teve como objetivo evidenciar as mudanças ocorridas na região durante o período de estudo, calculando operações aritméticas a parti das imagens e os resultados dos índices de vegetação IVDN e IVAS. O resultado foi a identificações de feições como solo exposto, áreas de plantio e vegetação, proporcionando a visualização da evolução e comparação do espaço temporal no município. Na obtenção dos resultados do IVDN e IVAS foram identificados pontos críticos, áreas degradadas na região de estudo.

### 3.1. MAPA TEMÁTICO DO IVDN

A Tabela 2 apresenta valores estatísticos do IVDN: máximo, mínimo, médio, desvio padrão e da variância para os dias 21/09/1998, 26/08/2006 e 17/03/2011, da área total de estudo. Os valores negativos para os dados correspondem a regiões com água (riachos, rios).

Nas Figuras 6a, 6b e 6c estão representados os histogramas do IVDN na região de estudo, no dia 21/09/1998 os valores do IVDN variaram no intervalo (-0,97 – 0,90), com valores médios de 0,64; em 26/08/2006 apresentou intervalo (-0,52 – 0,92), com valores médios de 0,74 e em 17/03/2011 apresenta intervalos (-1,0 – 0,85), com valores médios de 0,46. Nos intervalos  $< 0$ , foram identificados corpos hídricos, apresentado valores negativos no IVDN. Tabela 2. Valores estatísticos do IVDN para os dias 21/09/1998, 26/08/2006 e 17/03/2011.

<i>IVDN</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Variância</i>
<b>21/09/1998</b>	-0,97	0,90	0,64	± 0,313	0,319
<b>26/08/2006</b>	-0,52	0,92	0,74	± 0,485	0,509
<b>17/03/2011</b>	-1,0	0,85	0,46	± 0,213	0,265



A Figura 4. 4a, 4b e 4c representam o histograma do IVDN para os dias (a) 21/09/1998, (b) 26/08/2006 e (c) 17/03/2011.

Na figura 5, são representados os mapas temáticos de IVDN, para a área de estudo. Onde valores menores que 0,0 são encontrados corpos d’água (lagos e riachos), valores entre 0,0 e 15% apresenta solo exposto, entre 15 e 30% vegetação baixa, apresentando solo nu com alguma vegetação, 30 e 45% vegetação esparsa, plantas de pequeno porte (mato e arbustos); entre 45 e 60% áreas de agricultura em fase de desenvolvimento, 60 e 75% vegetação de porte médio e mata e acima de 75% vegetação densa e áreas de agricultura em fase de colheita.

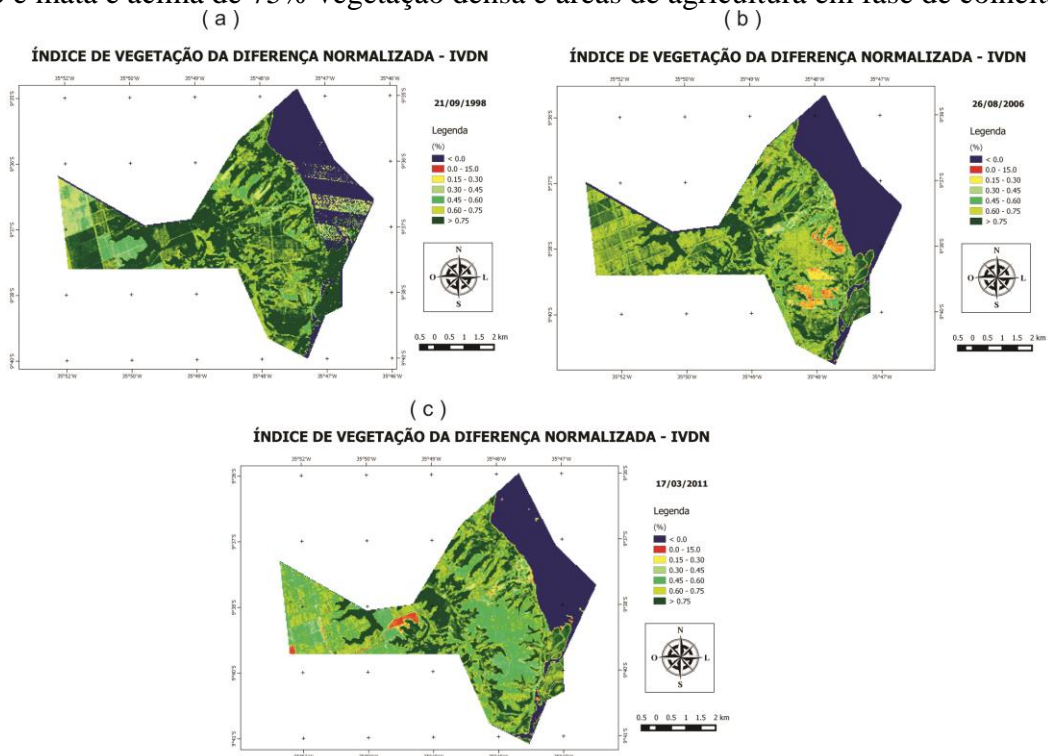


Figura 5. Valores instantâneos do IVDN obtidos para os dias (a) 21/09/1998, (b) 26/08/2006 e (c) 17/03/2011.

### 3.2. MAPA TEMÁTICO DO IVAS

Nas Figuras 6a, 6b e 6c, os resultados do IVAS encontrados foram entre os intervalos (-0,0 – 50,0%), com médios de (20 – 30%) nos anos de estudo (21/09/1998; 26/08/2006 e 17/03/2011). Dentre as feições encontradas, foi observado valores entre as faixas de 0 – 10% e 0,10 – 0,30%, onde, descreve a presença de solo exposto, podendo ser vegetação mais rala ou de agricultura em estágio de desenvolvimento, nesse período ficando evidente a evolução dessa feição. Nos valores de IVAS no intervalo de 30 à 40% apresentam a maior concentração de vegetação nativa e de agricultura em seu estágio de maturação pronta para colheita. Comparando as imagens propostas da região de estudo, fica clara a mudança brusca nos valores do IVAS que descreve o sistema dinâmico da relação solo-vegetação entre os anos de 1998, 2006 e 2011.

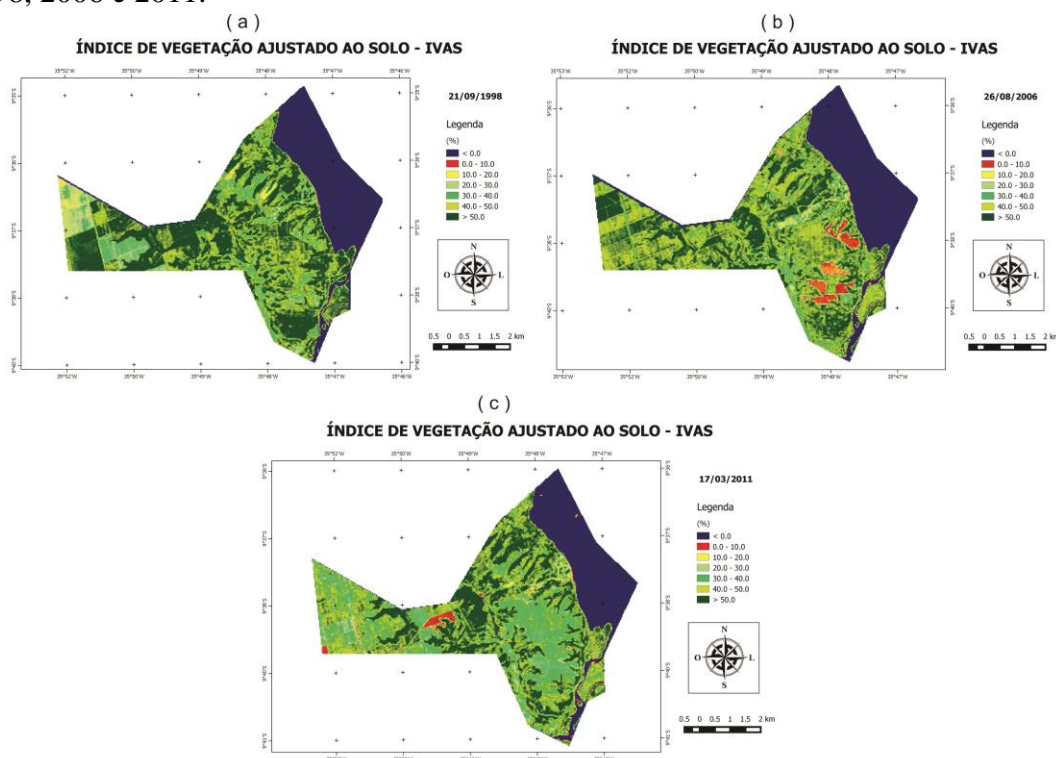


Figura 6. Valores instantâneos do IVAS obtidos para os dias (a) 21/09/1998, (b) 26/08/2006 e (c) 17/03/2011.

### 4. CONCLUSÕES

Em busca de informações sobre a cobertura vegetal do Município de Coqueiro Seco podemos dizer que as imagens TM do satélite LANDSAT 5 utilizadas para os resultados dos índices de vegetação IVDN e IVAS são satisfatórios como ferramentas para aquisição de resultados de áreas verdes entre regiões de agricultura e urbana.

Na identificação das feições fica clara entre as imagens a mudança das áreas em relação a vegetação, destacando uma presente concentração de áreas para agricultura mais também uma área bem conservada de vegetação nativa do município nas três imagens, onde apresenta os maiores valores. Com relação ao solo exposto é possível identificar nos três índices tais áreas e com uma grande evolução. Como o município é um produtor de cana-de-açúcar essa atividade fica explícita nos cálculos, na região oeste do município os índices encontrados na imagem de 21/09/1998 mostram valores elevados e áreas definidas podendo ser identificadas com um região de plantio, na imagem de 26/08/2006 encontramos índices menores indicando que área existe vegetação (cana de açúcar), porém em sua fase de maturação, já na imagem de 17/03/2011 onde na mesma área apresenta valores mais baixos caracterizando como área de

preparação para plantio, mostrando a mudança de cobertura vegetal em períodos distintos das imagens e em sua evolução temporal.

Apesar do trabalho ser realizado no período mais recente que as imagens em estudo, analisando as imagens de 1998, 2006 e 2011, fica clara e satisfatório o método realizado, que é identificar e comparar a evolução da vegetação num espaço temporal, utilizando métodos de sensoriamento remoto, vendo que a área em questão é um município de região metropolitana de uma capital estadual.

### **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a o Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados (SENSORGEO), pelo apoio a pesquisa.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALLEN, R.G. Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL) – Advanced training and users Manual. Idaho, 98p. 2002.

CHANDER, G., MARKHAM, B. L., & BARSIS, J. A. Revised Landsat 5 Thematic Mapper radiometric calibration. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 44, 490–494, (2007).

CHANDER, G. AND MARKHAM, B., Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 41, no. 11, november 2003.

Huete, A. “A soil adjusted vegetation index (SAVI)”. Remote Sensing of Environment, v. 25, n. 3, p. 295–309, 1988.

IBGE foto: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> Acessado no dia 08/04/2010.

IQBAL M. An introduction to solar radiation. Library of Congress Cataloging in Publication Data. Canada: Academic Press, 408p. 1983.

LAZZAROTTO, D.R. O que é Geoprocessamento?...E o Que Isto Tem a Ver com Você? Texto de fonte: <http://ideias1000.files.wordpress.com/2007/05/o-que-e-geoprocessamento.doc>