

COMPORTAMENTO DO NDVI AO LONDO DE ANOS OBTIDO ATRAVÉS DO ALGORITMO SEBAL NA BACIA DO ALTO JAGUARIBE – CE

E. M. ARAÚJO¹; E. M. ARAÚJO²; K. V. de M. COSTA³; G. L. MAMEDE⁴; D. H. NOGUEIRA⁵

RESUMO: O desmatamento acentuado em bacias hidrográficas esta aumentando cada que passa. Com isso se faz necessário o desenvolvimento de técnicas para monitoramento e quantificação desses desastres. Com isso foi desenvolvido a técnica do SIG que é um maneira precisa se monitoramento das bacias hidrográficas. O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do alto do Jaguaribe – CE. Foram utilizadas imagens do satélite landsat 5 dos anos de 1992 e 2007 da bacia estudada, para determinar o NDVI através do algoritmo SEBAL, para observar a variação do mesmo com um intervalo de tempo de 15 anos.

Palavras-Chave – landsat 5, SEBAL,

THE BEHAVIOR OF NDVI LONDA OBTAINED THROUGH THE YEARS OF ALGORITHM SEBAL BASIN HIGH JAGUARIBE - CE

ABSTRACT: The sharp deforestation in watersheds is increasing each passing. This is necessary to develop techniques for monitoring and quantification of these disasters. This technique was developed which is a GIS to accurately monitor the watershed. The study was conducted in the watershed from the top of Jaguaribe - CE. We used Landsat satellite images of five years between 1992 and 2007 the basin studied to determine the NDVI through the algorithm SEBAL to observe the variation of the same with a time interval of 15 years.

Keywords - Landsat 5, SEBAL,

INTRODUÇÃO

Segundo KORMANN (*et al.*, 2011) A utilização de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicada à análise ambiental tem se tornado uma prática cada vez mais freqüente entre as diversas áreas de pesquisa.

¹ Tecnólogo em Irrigação e Drenagem - IFCE; Mestrando em Engenharia Agrícola – UFC; Fortaleza, CE, Departamento de Engenharia Agrícola. *Campus* do Pici: Bloco 804 - Caixa Postal: 12.168 CEP: 60450-760 email: efrimirrigacao@gmail.com.

² Tecnólogo em Irrigação e Drenagem - IFCE; Mestrando em Engenharia Agrícola – UFC; Fortaleza – CE.

³ Engenheiro Agrícola – UFERSA; Mestrando em Engenharia Agrícola – UFC; Fortaleza – CE.

⁴ Engenheiro civil - UFC. Dr. em Hidrologia - Universidade de Potsdam Alemanha

⁵ Licenciatura em ciências agrárias – UFRJ. Dr. em engenharia agrícola - UFPB

O NDVI é o índice mais usado até hoje, reduz o efeito topográfico, e apresenta uma escala de medida linear entre -1 e 1, sendo que o valor zero se refere aos pixels não vegetados. O NDVI pode ser facilmente determinado através de imagens de satélite com o emprego do algoritmo SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land), desenvolvido por Bastiaanssen & Bos. Holben *et al* (2007) apontam que o NDVI é o mais empregado e um dos mais aceitos índices para analisar a cobertura vegetal utilizando o sensoriamento remoto orbital.

O estudo teve como objetivo foi obter o NDVI da bacia do alto Jaguaribe – CE através de imagens Landsat 5 aplicando o algoritmo SEBAL, em dois anos com intervalo de tempo de 15 anos, para se observar o comportamento do NDVI ao longo do tempo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na bacia do alto Jaguaribe – CE, buscando observar as mudanças nas características naturais da bacia.

Foram utilizados imagens de satélite Landsat 5 do mês de agosto dos anos de 1992. Para a obtenção do NDVI foi o utilizado o algoritmo SEBAL.

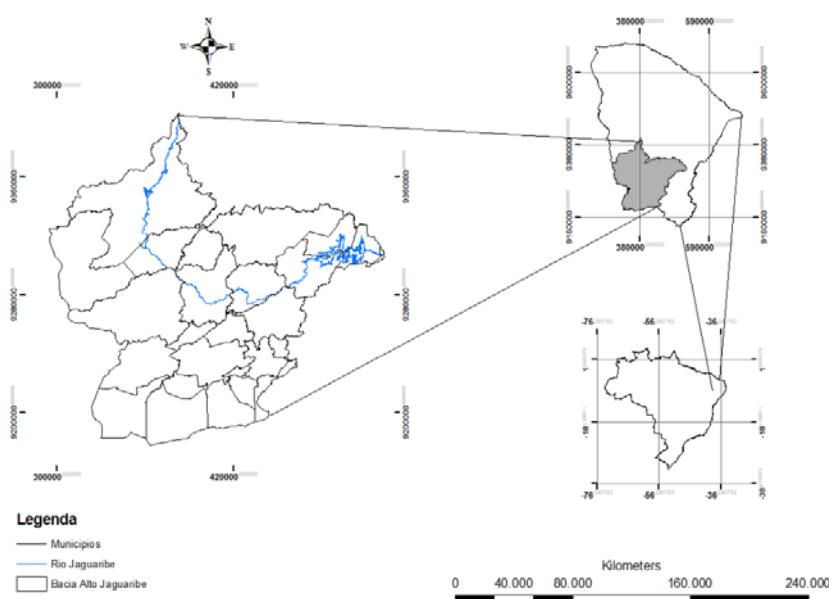


Figura 1 – Localização da bacia do alto Jaguaribe – CE.

A obtenção do NDVI da bacia do alto Jaguaribe foi realizada através do algoritmo SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land). O cálculo do NDVI é feito em cima de imagens de satélite, nesse caso foram utilizados imagens de satélite Landsat 5 dos anos de 1992 e 2007, da bacia do alto Jaguaribe. As imagens foram adquiridas no site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). O algoritmo SEBAL foi descrito em passos.

1º Passo – Calibração Radiométrica ($L_{\lambda i}$)

$$L_{\lambda i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} \times ND \quad \text{Eq. 1}$$

Onde: $L_{\lambda i}$ é a radiância espectral de cada banda ($\text{W.m}^{-2}\text{st}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$); a_i o coeficiente de calibração (radiância mínima) de cada banda ($\text{W.m}^{-2}\text{st}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$); b_i o coeficiente de calibração (radiância máxima) de cada banda ($\text{W.m}^{-2}\text{st}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$) na Tabela 4; i são as bandas (1;2;3;4;5;6 e 7) do Landsat 5 e ND é o número digital de cada pixel na imagem.

Tabela 1 - Descrição das bandas TM do Landsat 5, com intervalos de comprimento de onda, coeficientes de calibração (mínima [a] e máxima [b]) e irradiância espectral no topo da atmosfera (TOA)

Descrição dos canais Bandas	Comprimento de onda	Coeficientes de calibração ($\text{W.m}^{-2}\text{st}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$)		TOA, $k\lambda(k_{\lambda i})$ ($\text{W.m}^{-2}\mu\text{m}$)
		a	b	
1 (azul)	0,45 – 0,52	- 1,52	193	1957
2 (verde)	0,53 – 0,61	- 2,84	365	1829
3 (vermelho)	0,62 – 0,69	- 1,17	264	1557
4 (infravermelho próximo)	0,78 – 0,90	- 1,51	221	1047
5 (infravermelho médio)	1,57 – 1,78	- 0,37	30,2	219,3
6 (infravermelho termal)	10,4 – 12,5	1,2378	15,303	-
7 (infravermelho médio)	2,10 – 2,35	- 0,15	16,5	74,52

2º Passo – Reflectância ($\rho_{\lambda i}$)

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi L_{\lambda i}}{k_{\lambda i} \cdot \cos Z \cdot dr} \quad \text{Eq. 2}$$

Onde: $k_{\lambda i}$ é a constante solar monocromática associada a cada banda do TM – Landsat 5, cujos valores válidos para dados radiométricos gerados pelo Landsat 5 após 5 de maio de 2003, de acordo com Chander e Markham (2007), estão apresentados na Tabela 2; Z é o ângulo zenital do Sol; e dr é o inverso do quadrado da distância Terra-Sol, que é obtida pela Equação 3.

$$dr = 1 + 0,033 \cos \left(DJ - \frac{2\pi}{365} \right) \quad \text{Eq. 3}$$

Onde: DJ é o dia do ano que foram obtidos os dados radiométricos (imagem de satélite), cujos valores correspondentes ao dia da geração das imagens, bem como o dr e o $\cos Z$, para os respectivos dias que são apresentados na Tabela 2

Tabela 2 – Dias Juliano, cosseno do ângulo zenital e inverso do quadrado da distancia terra sol para as imagens Landsat 5 obtidas na bacia do alto Jaguaribe.:

Cena	Data da imagem	DJ	dr	COS Z
217_64	24/08/1992	236	1,032917	0,861920846
217_65	24/08/1992	236	1,032917	0,859432044
218_64	02/08/1992	211	1,032934	0,861053493
218_65	02/08/1992	211	1,032934	0,859531153
217_64	18/08/2007	230	1,032921	0,862089452

217_65	18/08/2007	230	1,032921	0,859433627
218_64	09/08/2007	221	1,032927	0,861051201
218_65	09/08/2007	221	1,032927	0,859528535

3º Passo – Albedo no topo da atmosfera (α_{toa})

O cálculo do albedo não corrigido no topo da atmosfera é feito através de uma combinação linear das reflectâncias espectrais ($\rho\lambda$), calculado no 2º passo e através da equação 4.

$$\alpha_{toa} = 0,293.\rho_1 + 0,271.\rho_2 + 0,233.\rho_3 + 0,157.\rho_4 + 0,033.\rho_5 + 0,011.\rho_7 \quad \text{Eq. 4}$$

Onde: ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 , ρ_4 , ρ_5 , ρ_7 , são as reflectâncias monocromáticas das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7, respectivamente.

4º Passo – Albedo da superfície

O albedo do topo atmosfera sofre algumas interferências, sendo necessário fazer correções De acordo com Bastiaanssen (1995), essa correção se faz usando a seguinte equação:

$$\alpha = \frac{\alpha_{toa} - \alpha_p}{\tau_{sw}^2} \quad \text{Eq. 5}$$

Onde: α_{toa} : albedo no topo da atmosfera; α_p é a radiação solar refletida pela atmosfera que varia de 0,025 a 0,04, mas para o SEBAL é recomendado usar 0,03 segundo Bastiaanssen (2000); τ_{sw}^2 a transmissividade atmosférica.

Para céu claro e condições relativamente secas a transmissividade atmosférica (τ_{sw}^2), pode ser obtida segundo a equação 13 (ALLEN et al., 2002), em função da elevação z do terreno. A maioria dos autores usa uma elevação média para toda a área, mais para melhor representar a topografia do terreno usou-se nesse trabalho uma elevação para cada pixel:

$$\tau_{sw}^2 = 0,75 + 2 \times 10^{-5} \cdot z \quad \text{Eq.6}$$

5º Passo – Índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI)

O NDVI pode ser obtido pela equação descrita abaixo, desenvolvida por Allen (et al., 2002).

$$NDVI = \frac{\rho_{IV} - \rho_{III}}{\rho_{IV} + \rho_{III}} \quad \text{Eq. 7}$$

Onde: ρ_{IV} : refletividade da banda 4 (infravermelho próximo) e ρ_{III} é a refletividade da banda 3 (vermelho); os valores de NDVI variam de -1 a +1. A maioria das superfícies têm valor maior que 1, já água e nuvens o NDVI é normalmente menor que 0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na bacia do alto Jaguaribe foi realizada, a partir dos índices de vegetação utilizados, a avaliação de impacto ambiental. As medidas de índice de vegetação têm, na maioria das vezes, ligação direta com o valor de biomassa, área foliar, cobertura do solo e rendimento agrícola (ANTUNES *et al.*, 1993).

Os índices de vegetação dentre outras coisas, ressaltam o comportamento espectral da vegetação em relação ao solo e a outros alvos da superfície terrestre (MOREIRA, 2005). A partir das refletividades das bandas do Landsat 5 TM foram obtidos os índices de vegetação conforme a metodologia apresentada.

O NDVI é um índice que mede a quantidade e condições de estresse hídrico. Este índice pode variar de -1 a 1, os valores menores que 0 ocorrem em regiões com presença de água, valores entre 0 e 0,3 ocorre em regiões de solo exposto, e maiores que 0,3 até 1 em regiões vegetadas.

Comparando o NDVI do mês de agosto de 1992 com o NDVI de agosto de 2007, pode-se observar uma redução no índice em algumas áreas como podemos observar na figura 2.

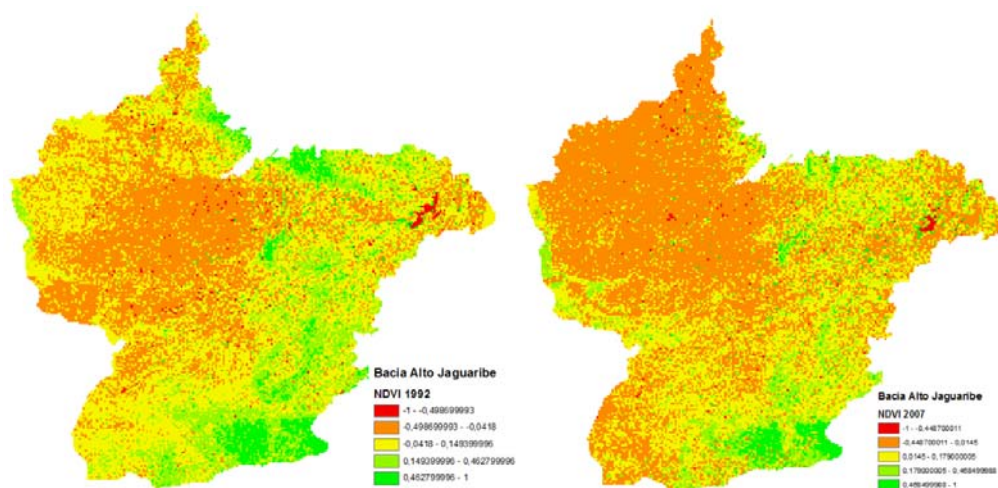


Figura 2 - NDVI da bacia do alto Jaguaribe nos anos de 1992 e 2007 respectivamente.

Ao comparar o NDVI do ano de 1992 com o NDVI do ano de 2007, pode constatar que houve uma diminuição nas áreas com vegetação densa na bacia, que era aproximadamente de cerca de 9 070 Km² em 1992, o que correspondia a 36,7 % da área total da bacia. Já no ano de 2007 a área com vegetação densa diminuiu para 6 449 Km² o que corresponde a 26,1 % da área da bacia. A diminuição das áreas de vegetação esta diretamente ligada ao desmatamento em decorrência do aumento das áreas de produção agrícola e do crescimento urbano. As áreas de solo exposto no ano de 1992 na bacia que era de 7 762 Km² passaram para 8 743 Km² em 2007.

Tabela 3 - Determinação dos valores de NDVI em cada classe e áreas das classes na bacia nos anos de 1992 e 2007.

Ano 1992			
Classes	NDVI	Área (Km²)	%
Classe 1 (Água)	-0,4986 - -0,041	2 203,1053	8,9
Classe 2 (vegetação rala)	0,1493 - 0,4627	5 629,9653	22,8
Classe 3 (vegetação densa)	0,4627 - 1	9 070,1361	36,7
Classe 4 (solo expostos)	-0,041 - -0,1493	7 762,347	31,4
Total		24 665	100
Ano 2007			
Classes	NDVI	Área (Km²)	%
Classe 1 (água)	-0,014 - 0,179	2 243,1413	9,0
Classe 2 (vegetação rala)	0,179 - 0,4684	7 216,8939	29,2
Classe 3 (vegetação densa)	0,4684 - 1	6 449,5209	26,1
Classe 4 (solo exposto)	-0,4487 - -0,014	8 743,365	35,4
Total		24 652	100

CONCLUSÕES

A técnica de sensoriamento remoto mostrou-se como importante ferramenta na estimativa do NDVI favorecendo a análise e compreensão dos diversos fatores que atuam de maneira integrada no delineamento de novos cenários na bacia do alto Jaguaribe. Foi possível constatar uma significativa diminuição dos espaços naturais por conta da degradação decorrente do surgimento dos espaços urbanos.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, M.A.H.; ASSAD, E.D.; BATISTA, G.T. **Variação das medidas espectrais ao longo do ciclo da soja (Glicine Max (L.) Merrill).** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 1993, Curitiba. Anais...Curitiba: INPE, 1993.p.1-9.

BASTIAANSEN, W. G. M.; **Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain**, Tese (Ph.D.), Wageningen Agricultural University, Wageningen, Netherlands, 273f, 1995.

Holben, B.N.; Tucker, C.J.; Fan, C.J. Spectral assessment of soybean leaf area and leaf biomass. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 46:651-656, 1980.

KORMANN, T. C.; VIER, L. P.; CAMARGO, M.; SOUZA, D. B.; MONGUILHOTT, M.; SEBEM, E.; Uo do Arc Gis 9.3 na caracterização morfométrica da microbacia do arroio Biscaro – Guaporé – RS. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Anais. 30 de abril a 05 maio 2011. p. 1503. Curitiba. 2011.