

Análise espaço-temporal do índice de vegetação ajustado ao solo para a bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu (Rio Grande do Norte/Paraíba)

Bruno Fonseca da Silva^{1*}, Luciana Mayla de Aquino França², Juliane Barbosa Sales da Silva³, Andrezza Karla de Oliveira Silva⁴

¹Departamento de Ciências Geográficas. Universidade Federal de Pernambuco.

²Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.

³Departamento de Ciências Geográficas. Universidade Federal de Pernambuco.

⁴Departamento de Ciências Geográficas. Universidade Federal de Pernambuco.

Histórico do Artigo: Artigo publicado no VI Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação e convidado para a Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto

RESUMO

Em busca de uma maior observação da paisagem, as novas tecnologias atreladas ao conhecimento científico acarretaram no surgimento da geotecnologia, tendo como base o geoprocessamento e sensoriamento remoto. O presente trabalho procura observar as modificações ocorridas na paisagem, como também o possível impacto ambiental atrelado ao solo na Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu e no seu perímetro irrigado, ambos localizados no estado do Rio Grande do Norte, utilizando sensoriamento remoto. No contexto desse trabalho, foi utilizado o SAVI (Índice de Vegetação Ajustado ao Solo) realizando uma análise temporal. A paisagem no Perímetro Irrigado Baixo Açu/RN está altamente interligada ao regime de chuvas da região, porém, os dados obtidos não podem destacar os impactos ambientais relacionados ao agronegócio pela a área estudada ser uma das grandes produtoras do Estado.

Palavras-Chaves: Vegetação, Índices, Nordeste do Brasil

Spatio-temporal analysis of the soil adjusted vegetation index for the Piranhas-Açu river basin (Rio Grande do Norte/Paraíba)

ABSTRACT

In order to have a better observation of the landscape, new technologies related to scientific knowledge resulted in the advent of geotechnology, based on SIG and remote sensing. This article aims at the changes that have taken place in the landscape, as well as the environmental impact associated with the soil in the Piranhas-Açu River shore, and its irrigated area, both located in the state of Rio Grande do Norte, using remote sensing. To produce this paper, we used the AVIS (Adjusted Vegetation Index to Solo) performing a temporal analysis. The silhouette of the low Açu / RN is highly interconnected to the rainfall in the region, however, the data obtained cannot highlight the environmental impacts related to agribusiness in the area studied, which is one of the major state producers.

Keywords: Vegetation, Indexes, Northeast Brazil

Silva, B.F; França, L.M. A.; Silva, J.B.S.; Silva, A.K.O. (2020). Análise espaço-temporal do índice de vegetação ajustado ao solo para a bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu (Rio Grande do Norte/Paraíba). **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, v.1, n.2, p.02-10.



Direitos do Autor. A Revista utiliza a licença *Creative Commons* - CC Atribuição Não Comercial 4.0 CC-BY-NC.

1. Introdução

Sociedade e Natureza, este é um dos temas sempre abordados e discutidos em todo o cotidiano por geógrafos principalmente, no século XXI, onde esta relação se encontra em certa crise devido aos problemas ambientais ocorridos nos dias atuais. Fernandes e Sampaio (2008) discutem que existe uma relação complexa entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental, onde, o termo problemática ambiental está interligado aos impactos da sociedade sobre a natureza. Houve um avanço tecnológico, porém, ocorreu um retrocesso no quesito respeito e cuidado do homem com o habitat em que vive, esta observação pôde ser feita por Andrade (2004) quando expôs os efeitos provocados pelos efeitos da tecnologia na saturação do ecossistema, sendo algo gerador de impactos ambientais, desestabilizando o ambiente. Todos esses problemas gerados pela ação humana se torna reflexivo quando se observa a paisagem geográfica, pois, a mesma se torna o resultado das ações humanas.

A paisagem sempre fez parte dos termos importantes no processo construtivo das ciências geográficas, Schier (2003) ressalta a que o conceito de paisagem passou por diversas mudanças chegando, atualmente, a abordar as questões sociais, ecológicas e ambientais tendo uma visão de desenvolvimento sustentável. Castro, Gomes e Corrêa (2014) abordam que o conceito de paisagem, assim como o de região, foi privilegiado como objeto chave de estudo na geografia tradicional. Valverde (2006) traz a paisagem como o centro da geografia agrária, relacionando os diversos aspectos fisiográficos como também os socioeconômicos. Torna-se perceptível que a paisagem e suas modificações são de grande relevância para o estudo geográfico.

Em busca de ter uma maior observação da dinâmica paisagística, bem como a prevenção e preservação de problemas relacionados aos aspectos naturais, como também, uma busca organizacional e de controle dos espaços urbanos, a geografia e a cartografia utilizam ferramentas que atrelam o conhecimento positivista com a tecnologia, surgindo assim à geotecnologia, que tem como base o geoprocessamento e sensoriamento remoto através das imagens de satélite.

Com a fácil aquisição dessas imagens, alguns cientistas começaram a desenvolver algoritmos para o cálculo de índices para auxiliar as pesquisas. Nesse contexto, destaca-se o SEBAL, desenvolvido por Bastiaansen et al. (1998), que desenvolve a maior parte das variáveis agrometeorológicas, sendo amplamente utilizado no estudo de diversos ecossistemas. Isso tudo demonstra que a interligação entre as geotecnologias, dados agrometeorológicos e de produção agrícola podem ajudar a identificar as dinâmicas das áreas irrigadas, principalmente através da utilização de alguns índices que auxiliam a identificar as trocas de energia entre o solo e a atmosfera.

No contexto desse trabalho, foi utilizado o SAVI (Índice de Vegetação Ajustado ao Solo), que segundo Botteon (2016) procura fazer uma caracterização da vegetação em uma escala temporal, como também, parâmetros biofísicos.

Sendo assim, o presente trabalho procura observar as modificações ocorridas na paisagem, como também o possível impacto ambiental atrelado ao solo na Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu e no seu perímetro irrigado, ambos localizados no estado do Rio Grande do Norte, utilizando sensoriamento remoto.

2. Material e Métodos

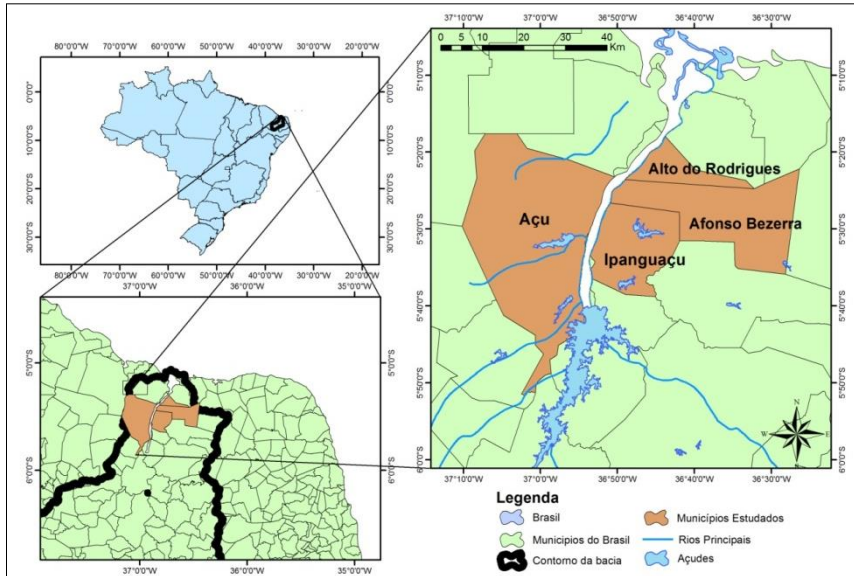
2.1 Caracterização e localização da área em estudo

Segundo relato disponível no site do Governo da Paraíba, a Bacia Hidrográfica Piranhas- Açu corresponde a uma área de 42.681,50 Km², sendo 60% dela pertencente ao Estado da Paraíba e 40% do Estado do Rio Grande do Norte, contemplando 45 municípios deste estado.

O site do Departamento Regional de Obras Contra a Seca relata que o Perímetro Irrigado Baixo Açu-RN está situada no centro-norte pertencendo a quatro municípios do Estado (Figura 1, predominado os solos podzólicos, cambissolos e planossolos., tendo como produção a plantação de melão, melancia, feijão, vigna,

tomate, banana, maracujá, manga e uva.

Figura 1- Localização dos municípios pertencentes ao Perímetro Irrigado Baixo Açu/RN.

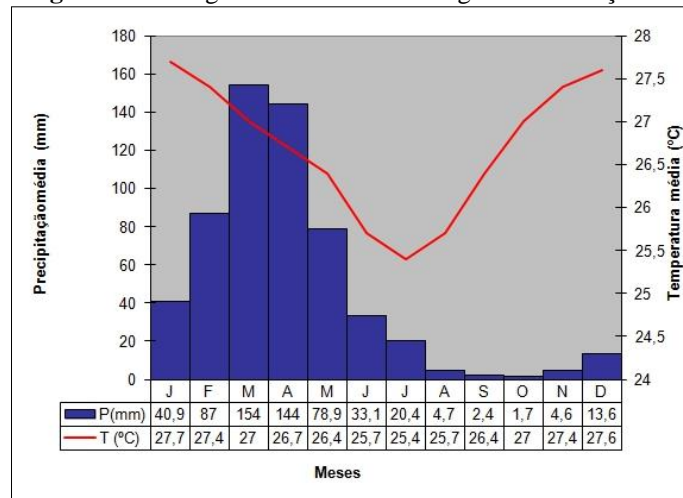


Fonte: França (2015)

Com relação ao clima, segundo a classificação de Köppen, o clima da região do perímetro irrigado Baixo-Açu é do tipo BSw_h, ou seja, semiárido, tipo estepe, muito quente, com estação chuvosa no verão que se atrasa para o outono.

A temperatura média é de 27,5°C, com máxima superior a 30°C e mínimas de 20°C. A estação chuvosa tem início no mês de janeiro e fim no mês de julho, tendo como período mais chuvoso os meses de fevereiro, março, abril e maio. O trimestre mais seco do ano compreende o período entre setembro e novembro, possuindo alta insolação e evaporação, como pode ser visto na figura 4. A precipitação média anual fica entre 500 e 600mm (figura 2), sendo valores característicos de áreas semiáridas.

Figura 2- Climograma do Perímetro Irrigado Baixo Açu/RN.



Fonte: França (2015)

2.2 Processamento das imagens

Na aquisição das imagens de satélite, foi dada prioridade àquelas que possuíam pouca ou nenhuma cobertura de nuvem na área a ser estudada. Com isso, no ano de 2013, escolhido para o trabalho, as melhores imagens estão listadas abaixo (tabela 1). Na tabela 2 está descrito os produtos MODIS utilizados, as bandas das imagens utilizadas, bem como a resolução utilizada neste trabalho e o fator multiplicador.

Tabela 1 – Data das imagens utilizadas

MOD09GA e MOD11A1		
Data	DAS	Satélite
30/01/2013	30	TERRA/MODIS
01/04/2013	91	TERRA/MODIS
07/06/2013	158	TERRA/MODIS
20/07/2013	201	TERRA/MODIS
05/08/2013	217	TERRA/MODIS
11/09/2013	254	TERRA/MODIS

Tabela 2 – Resoluções e fator multiplicador das imagens utilizadas no estudo.

Camada	Resolução		Multiplicador
	Temporal	Espacial	
MOD09GA			
Ângulo Zenital Solar (graus)	Diária	500m	0,01
Reflectância banda 1 (620-670 nm)	Diária	500m	0,0001
Reflectância banda 2 (841-876 nm)	Diária	500m	0,0001
Reflectância banda 3	Diária	500m	0,0001
Reflectância banda 4	Diária	500m	0,0001
Reflectância banda 5	Diária	500m	0,0001
Reflectância banda 6	Diária	500m	0,0001
Reflectância banda 7	Diária	500m	0,0001
Reflectance Band Quality	Diária	500m	na

O sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*(MODIS), a bordo das plataformas TERRA e AQUA, tem como características: cobertura global, alta resolução radiométrica, intervalos dinâmicos nas bandas do visível, infravermelho próximo, infravermelho médio e infravermelho termal (ROJAS et al., 2002).

O satélite TERRA/MODIS realiza observações da superfície terrestre a cada 1 ou 2 dias adquirindo dados em 36 bandas espectrais que se situam entre 0,4 e 14,4 μm e se distribuem em diferentes grupos de resolução espacial. Dentre essas bandas espectrais existem resoluções de 250m nas bandas 1 e 2, 500m nas bandas de 3 a 7 e 1km nas demais. Como as imagens MODIS adquiridas são referentes à reflectância espectral

para o cálculo desses índices se fez necessário, apenas, a multiplicação das bandas pelo fator de correção (tabela 2). Os demais índices foram calculados seguindo a metodologia do SEBAL conforme descrito a seguir.

(i) NDVI – O NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) é um índice de vegetação muito utilizado no Sensoriamento Remoto, através dele podemos avaliar as mudanças que ocorrem na cobertura vegetal. Segundo Jansen (2009), é importante porque sua aplicação permite observar as variações sazonais e inter anuais da vegetação, contribuindo para o seu monitoramento. O NDVI pode ser obtido através da seguinte fórmula.

$$NDVI = \frac{\rho_{iv} - \rho_v}{\rho_{iv} + \rho_v}$$

Onde, ρ_{iv} é a reflectância no infravermelho próximo (banda 4) e o ρ_v é a reflectância no vermelho (banda 3).

Através da imagem de NDVI foi realizada uma classificação multiespectral supervisionada, que classificou a região em áreas com vegetação, solo exposto e corpos hídricos (CHAGAS et al., 2010)

(ii) SAVI- Huete (1988) propôs um índice de vegetação ajustado por solo introduzindo um fator no NDVI para incorporar o efeito da presença do solo, mantendo-se o valor do NDVI dentro de -1 a +1. Esse índice é calculado pela equação:

$$SAVI = \frac{(1 + L)(\rho_{iv} - \rho_v)}{(L + \rho_{iv} + \rho_v)}$$

Onde ρ_{iv} e ρ_v corresponde respectivamente as bandas do infravermelho próximo e do vermelho e L é constante, tendo como valor mais usado 0,5.

O SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) é um índice de vegetação comumente utilizado para analisar a característica da vegetação através do sensoriamento remoto. Esse índice é uma correção do NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), onde é adicionado um fator de correção L, que pode ser de 0,1 (vegetação de grande porte), 0,5 (vegetação de médio porte) e 0,25 (vegetação de pequeno porte). Para este trabalho foi utilizado o valor de 0,5, por ser mais utilizado e englobar a maior parte da vegetação da área.

3. Resultados e Discussão

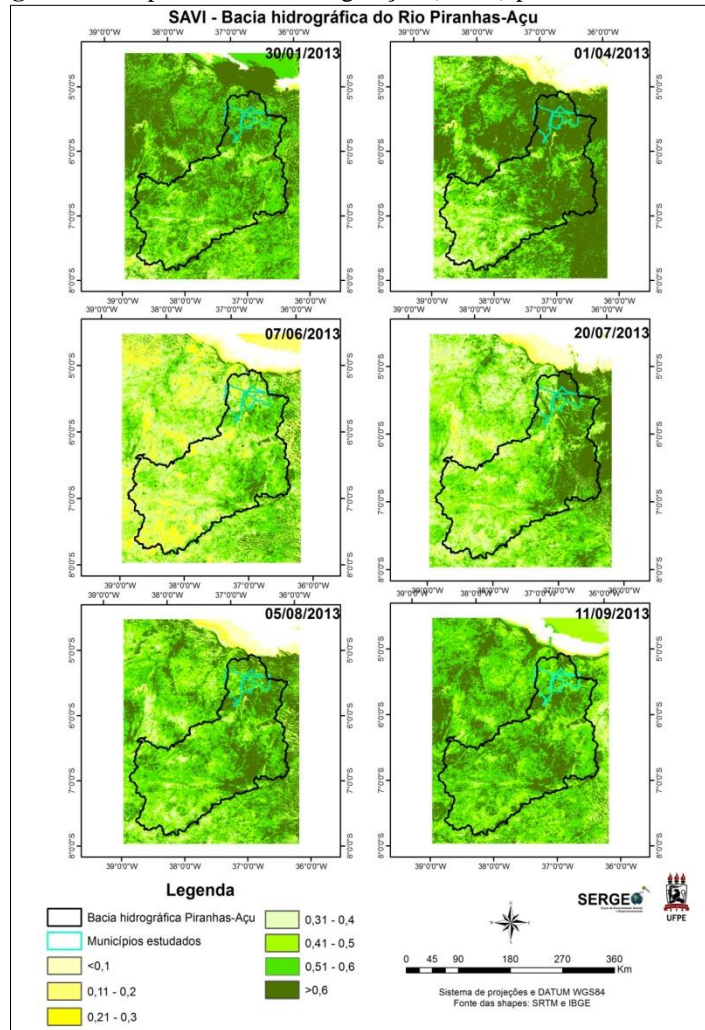
Analisando o mapa elaborado para exposição desse índice (figura 3) associando os dados do climograma (figura 2), podemos inferir que para a área em estudo durante o período de maior precipitação (fevereiro a maio), a vegetação apresenta caráter mais denso, principalmente na área dos municípios estudados, localizados nas margens do Rio Piranhas e com uma boa distância do litoral, facilitando a predominância das chuvas, mesmo com temperatura média acima dos 25 graus Celsius e estando localizado no semiárido.

Com relação aos valores obtidos, vemos predominância dos valores acima de 0,41 além de uma boa distribuição de classes para a imagem do dia 30/01/2013. Já para a imagem do dia 01/04/2013, da área central ao norte da área em estudo, há predominância da classe com valores acima de 0,6, característica de vegetação verde e sadia, enquanto mais ao sul, há predominância de valores menores que 0,1 até 0,4, por estar mais no interior do continente, provavelmente com precipitação média bem abaixo da encontrada para a área irrigada, além de ser uma área onde não existe irrigação.

Também deve ser levado em consideração que nas áreas com vegetação mais verde (valores acima de

0,6) está localizado o perímetro irrigado Baixo-Açu e sendo a imagem de abril, há um acúmulo de água na vegetação devido à precipitação desse mês e dos meses anteriores. Com a análise do balanço hídrico, ficou notável que nos meses de março e/ou abril ocorre um pouco de reposição de água no solo.

Figura 3 – Mapa do índice de vegetação (SAVI) para a área estudada.



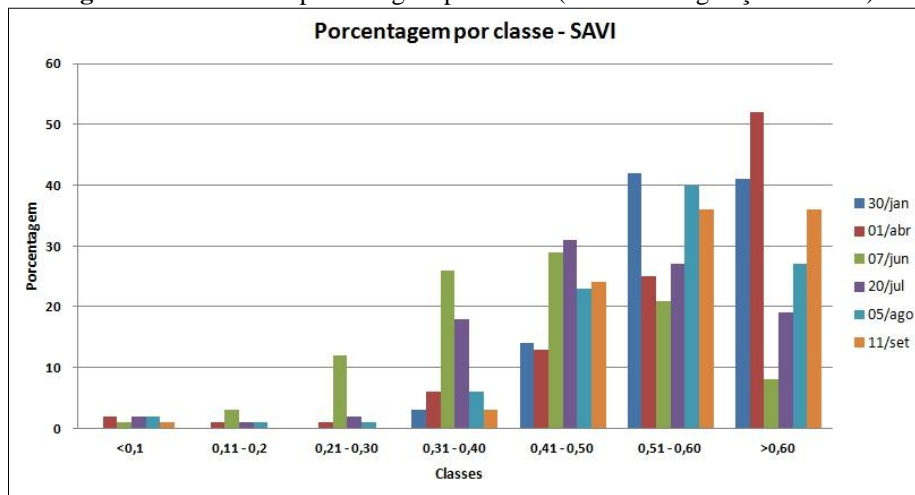
As próximas imagens são para os meses de junho (07/06/2013) e de julho (20/07/2013), e pode ser notado que já apresenta, em sua maioria, a coloração mais clara, característica de valores mais baixos, correspondentes à vegetação seca ou solo exposto. Para a imagem de junho, quando analisada em conjunto com o mapa de altimétrico (figura 3) fica nítido que as áreas mais verdes são as mesmas com altitude mais elevada, e mesmo com a irrigação as áreas de vegetação verde se restringem as margens do Rio Piranhas, podendo ser principalmente algum resquício de mata ciliar. Já para julho, mesmo com a precipitação menor que o mês anterior, o índice deu uma boa resposta na área leste estudada, já na área sul a vegetação apresenta o índice de vegetação rala ou em crescimento. Isso pode acontecer, principalmente, se houve precipitação alguns dias antes da passagem do satélite, visto que a vegetação de caatinga é altamente sensível ao clima, um

pouco de chuva se torna suficiente para a vegetação absorver a água presente no solo. Nos municípios estudados onde se encontra a área irrigada, também ocorreu boa resposta da vegetação.

As últimas imagens correspondem aos meses de agosto (05/08/2013) e setembro (11/09/2013). Novamente pode ser visto uma vegetação de aparência mais verde e sadia. Visto que esses são os meses mais secos quando estudada a média histórica, como no caso anterior, também é provável que tenha ocorrido precipitação antes da passagem do satélite, onde a vegetação pode se recuperar da seca local. A imagem de agosto mostra a vegetação mais verde ao norte da área em estudo, área essa correspondente ao perímetro irrigado, circundando principalmente a barragem Armando Ribeiro Gonçalves e o sul do município de Açu, bem como as áreas centrais dos outros municípios estudados. As áreas mais claras ao sul, onde há presença de valores menores que 0,1 se localiza no estado da Paraíba, compreendendo toda a mesorregião do sertão paraibano. O mês de setembro, segundo o balanço hídrico realizado, é quando ocorre a maior deficiência hídrica no solo para a área estudada, o que reforça a possibilidade de chuva de caráter intenso, formadas por sistemas convectivos.

Para a melhor exemplificação do que foi abordado anteriormente, faz-se necessário a interpretação do gráfico de porcentagem por classe (figura 4). A primeira classe, com valores menores que 0,1, apresentam comportamento uniforme em todas as imagens, não obtendo 5% dos pixels, nesses valores estão incluídos principalmente áreas com presença de corpos hídricos. A segunda classe, com valores de 0,11 - 0,2, também se distribui de forma igualitária entre o período estudado, também não ultrapassando os 5%, nessa classe está contido principalmente áreas com presença de solo exposto.

Figura 4 – Gráfico de porcentagem por classe (Índice de vegetação – SAVI).



A partir da terceira classe o comportamento uniforme começa a mudar, nesses valores (0,21 - 0,30) está relacionada a presença de vegetação rala, se destacando a imagem da data 07/jun. A terceira e quarta classe estão relacionadas a vegetação esparsa, de caráter arbustivo, bem predominante no semiárido, se destacando as imagens de 07/jun e 20/jul, meses contidos no início do período seco para a região. Valores acima de 0,51 são considerados altos para o índice e retratam principalmente a vegetação densa, de caráter arbustivo, ou como no caso desse estudo, áreas com vegetação não natural que por sofrer irrigação apresenta forte pigmentação, destacando-se com esses valores.

Como já discutido anteriormente, pode-se notar que para a primeira imagem predominam as classes altas, assim como para a imagem de 01/abr (auge da chuva), a partir da terceira imagem, os valores mais altos passam a possuir porcentagem menor quando comparadas com as outras classes da mesma imagem, demonstrando a influência dos períodos secos e chuvosos na vegetação da área.

Portanto, se pode compreender que as modificações ocorrentes na paisagem no Perímetro Irrigado Baixo Açu/RN está altamente interligada ao regime de chuvas da região onde, se torna predominante no período de fevereiro a maio, porém, os impactos ocorrentes da vegetação estão atrelados também por a região ter como base de produção o agronegócio.

4. Conclusão

Conclui-se que a partir das análises com imagens de SAVI foi inferido que ocorreram modificações no intervalo de tempo estudado, devido, sobretudo, aos níveis variados de precipitação. Onde a vegetação apresentou uma característica densa em áreas localizadas próximas ao Rio Piranhas. Com predominância de vegetação verde e sadia nos meses de janeiro e abril ao norte do estado e de vegetação menos densa ao sul do estado, devido, sobretudo a influência da irrigação. Nos meses de junho e julho a vegetação apresentou coloração mais clara mesmo em áreas com níveis de irrigação, destacando-se a cobertura vegetal próxima as margens do Rio. E nos meses de setembro e outubro, com características climatológicas de serem meses mais secos as imagens demonstram vegetação verde a sadia, devido este fato a variedade da precipitação localizada no domínio xeromórfico e por possuir modificação rápida com baixos níveis pluviométricos.

Assim, o SAVI se mostrou eficiente para uma análise das mudanças atreladas às características físicas das regiões, podendo ser eficaz para a gestão territorial nas questões ambientais de órgão públicos fazendo com que ocorra uma prevenção ambiental de eficiência.

As modificações ocorridas no Perímetro Irrigado Baixo Açu/RN tem interligação com o regime de chuva na localidade, fazendo com que ocorra um maior adensamento da vegetação nos períodos de maior precipitação, porém, os dados obtidos não se podem destacar os impactos ambientais relacionados ao agronegócio pela a área estudada se uma das grandes produtoras do Estado..

5. Referências

ANDRADE, T. Inovação tecnológica e meio ambiente: A construção de novos enfoques. **Ambiente & Sociedade**. 2003, 89-105 p.

BASTIAANSEN, W. G. M.; MENENTI, M.; FEDDES, R. A.; HOLTSLAG, A. A. M. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL): 1. Formulation. **Journal of Hydrology**, v. 212-213, p. 198-212, 1998.

CASTRO, I.E.; GOMES, P.C.C.; CORRÊA, R.L. **Geografia: Conceitos e Temas**. 16º Ed. Bertrand, 2014, 352 p.

CHAGAS, M.; GALVÍNCIO, J.; PIMENTEL, R. (2010). Avaliação da Dinâmica Espectral da Vegetação de Caatinga. **Revista de Geografia** (Recife), Pernambuco, Brasil, 2009.

Departamento Nacional de Obras Contra a Seca. Disponível em: < http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/rn/baixo_acu.htm> . Acesso em: 09 de Junho de 2016.

FERNANDES, V.; SAMPAIO, C.A.C. Problemática ambiental ou problemática socioambiental? A natureza da relação sociedade/meio ambiente. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. 2008, 87-94 p.

Governo do Estado da Paraíba. Disponível em: < <http://www.aesa.pb.gov.br/comites/piranhasacu/>> . Acesso em: 10 de Junho de 2016

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

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em Recursos Terrestres.** Tradução de J. C. N. Epiphany. São José dos Campos, SP: Parênteses, 2009. 598 p. (Prentice Hall Series in Geographic Information Science) Tradução de: Remote Sensing of the environment: na earth resource perspect.

ROJAS, F.; SCHOWENGERDT, R.A.; BIGGAR, S.F. 2002. Early results on the characterization of the Terra MODIS spatial response. *Remote Sensing of Environment*, 83 (1-2): 50-61.

SCHIER, R.A. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. **Reaga**. 2003, 79-85 p.

VALVERDE, O. Metodologia da geografia agrária. **Campo-Território**. 2006, 1-16 p.