

Sensoriamento remoto aplicado ao monitoramento ambiental da bacia do Alto Piranhas, Semiárido Nordestino (Brasil)

Jeremias Sousa Peruzzo^{1*}, Maria Cristina dos Santos Pereira², Luiz Daniel Rodrigues da Silva¹, Bilac Soares de Oliveira¹, Guttemberg da Silva Silvino³

¹Graduandos do curso de Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Brasil. (*Autor correspondente: jeremiasperuzzo@gmail.com)

²Doutora em Ciência do solo, técnica de laboratório na Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

³Doutor em Recursos Naturais, professor na Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

Histórico do Artigo: Artigo submetido e revisado pelo XV SEAGROCCA, sendo aceito e indicado para publicação

RESUMO

A bacia hidrográfica é considerada a unidade ideal para análise e diagnóstico ambiental e a implementação das geotecnologias, facilitou esse processo, através da utilização de índices de vegetação, principalmente o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI, que trata da normalização dos dados espectrais das bandas do infravermelho próximo e do vermelho, relacionado diretamente aos pigmentos fotossintéticos da vegetação. Diante disso, o objetivou-se utilizar imagens de satélites e sensoriamento remoto para avaliar as mudanças de uso do solo que ocorrem ao longo de 30 anos na Bacia Hidrográfica do Alto Piranhas, através do índice de vegetação - NDVI. As imagens da órbita 216, ponto 65, com resolução espacial de 30 metros referentes aos anos de 1988, 2008 e 2018 foram adquiridas no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos, sendo inicialmente georreferenciada para o DATUM SIRGAS 2000, zona 24 S, utilizando-se o software QGIS, versão 2.18, em seguida foi calculado o NDVI com auxílio da calculadora Raster. Os dados climatológicos referentes a precipitação média mensal e anual do período estudado foram adquiridos no site da Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba. O NDVI se mostrou uma ferramenta eficaz no monitoramento ambiental da bacia hidrográfica, denotando mudanças de uso do solo decorrentes das mudanças climáticas e seus efeitos nos recursos hídricos, vegetacionais e solo. Os últimos dez anos de estudo apresentaram a maior degradação do perímetro irrigado de São Gonçalo.

Palavras-Chaves: Recursos hídricos, NDVI, Perímetro irrigado de São Gonçalo.

Remote sensing applied to environmental monitoring of the Alto Piranhas Basin, Northeastern Semi-arid (Brazil)

ABSTRACT

The watershed is considered the ideal unit for analysis and environmental diagnosis and the implementation geotechnologies, facilitated this process, through the use of vegetation indices, mainly the Normalized Difference Vegetation Index - NDVI, that deals with the normalization of spectral data near infra-red and red bands, directly related to vegetation photosynthetic pigments. Given this, the objective was to use satellite imagery and remote sensing to evaluate the changes of soil use that occurs over 30 years, in the Alto Piranhas Watershed, through the vegetation index - NDVI. The images from orbit 216, point 65, with spatial resolution of 30 meters for the years 1988, 2008 e 2018 were purchased on the United States Geological Survey website, being initially georeferenced for DATUM SIRGAS 2000, 24 S zone, using the QGIS software, version 2.18, then the NDVI was calculated using the Raster calculator. The climatological data referring to monthly and annual average precipitation of the period studied were purchased from the Paraíba Water Management Executive Agency website. NDVI proved to be an effective tool for environmental monitoring of the watershed, denoting changes of soil use climate change restrictions and their effects on water, vegetation and soil resources. The last ten years of study showed the greatest degradation of the irrigated perimeter of São Gonçalo.

Keywords: Water resources, NDVI, São Gonçalo Irrigated Perimeter

1. Introdução

A bacia hidrográfica constitui a unidade básica de análise ambiental, de gestão e planejamento, possibilitando avaliar de modo integrado às ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico (Almeida et al, 2012). Nesse sentido, além dos aspectos de planejamento, a análise ambiental da Bacia Hidrográfica do Alto Piranhas localizada no semiárido paraibano, desempenha papel econômico e social, pois possui sete reservatórios, destacando-se como principais os açudes Engenheiro Ávidos e São Gonçalo, sendo este o último responsável pela irrigação do perímetro irrigado de São Gonçalo (PISG) com área de 4.000 ha (Cândido et al., 2018), sendo cultivado principalmente para fruticultura irrigada (Silva et al., 2012), desempenhando papel fundamental na economia local.

Para análise e diagnóstico ambiental de grandes áreas, a exemplo de bacias hidrográficas, várias técnicas já foram estudadas, destacando-se a utilização de geotecnologias, que culminou com o desenvolvimento de vários índices de vegetação que reduzem o número de parâmetros presentes nas medidas multiespectrais (Costa Filho et al., 2007). Esses índices correspondem a combinações de dados espectrais de duas ou mais bandas, selecionadas com o objetivo de sintetizar e melhorar a relação desses dados com os parâmetros biológicos e físicos da vegetação (Ponzoni, 2001), possibilitando monitorar e mensurar a distribuição espacial da vegetação (Quesada et al., 2017), e, conseqüentemente as formas de uso do solo.

Um dos índices de vegetação mais antigo e, ainda, bastante utilizado, é o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada – NDVI (Lourenço et al, 2017), proposto por Rouse et al. (1973), que trata da normalização dos dados espectrais das bandas do infravermelho próximo e do vermelho, relacionado diretamente aos pigmentos fotossintéticos (Formaggio; Sanche, 2017). Vale salientar que o NDVI já foi utilizado para análise da cobertura vegetal em diferentes períodos (Quesada et al., 2017), para monitoramento de cultivos agrícolas, como o milho (Ribeiro et al., 2017), e no monitoramento ambiental de bacias hidrográficas.

Diante disso, o objetivo do trabalho é a utilização de imagens de satélites e sensoriamento remoto para avaliar as mudanças de uso do solo que ocorrem ao longo de 30 anos na Bacia Hidrográfica do Alto Piranhas, através do índice de vegetação - NDVI.

2. Material e Métodos

A área de estudo em questão foi a Bacia Hidrográfica do Alto Piranhas, mesorregião do sertão Paraibano, situada a oeste do estado, entre as coordenadas geográficas de 6° 50' e 7° 25' S e 38° 10' e 38° 40' W, abrangendo uma área de 1.219,40 km² (Figura 1), onde está localizado o perímetro irrigado de São Gonçalo e o reservatório Engenheiro Ávidos. A vegetação predominante é a caatinga hiperxerófila, com predominância da formação arbustiva arbórea aberta classificada por Freitas (2012). De acordo com Alvares et al. (2013) o clima é classificado como clima tropical, com chuvas de inverno (As).

As imagens foram adquiridas no site Earth Explorer pertencente ao Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), provenientes do Landsat 5 (TM) e Landsat 8 (OLI), priorizando-se uma menor densidade de nuvens. O intervalo de análise foi de 30 anos, a partir da imagem datada em 31/08/1988, 23/09/2008 e 15/08/2018, na órbita 216, ponto 65, com resolução espacial de 30 metros.

Para visualizar os alvos, foram selecionadas sequencialmente, as bandas 5, 4 e 3 da imagem do sensor TM e as bandas 6, 5 e 4 do sensor OLI, correspondentes às faixas do infravermelho médio infravermelho próximo e vermelho visível, respectivamente, a partir das quais gerou-se uma composição colorida para cada ano selecionado, nas cores vermelho (R), verde (G) e azul (B). Segundo Nascimento et al (2014), esta composição proporciona uma boa caracterização e diferenciação dos usos e coberturas da terra, facilitando a análise visual sobre a imagem para a extração de informações.

O cálculo do NDVI foi obtido através da razão entre a diferença das reflectâncias do infravermelho próximo (ρ_{IV}) e do vermelho (ρ_V), e a soma das mesmas. Segundo Nascimento et al (2014), o NDVI é representado pela faixa que vai de -1 a 1 e, quanto mais próximo de -1, menor será o Índice de Vegetação, e

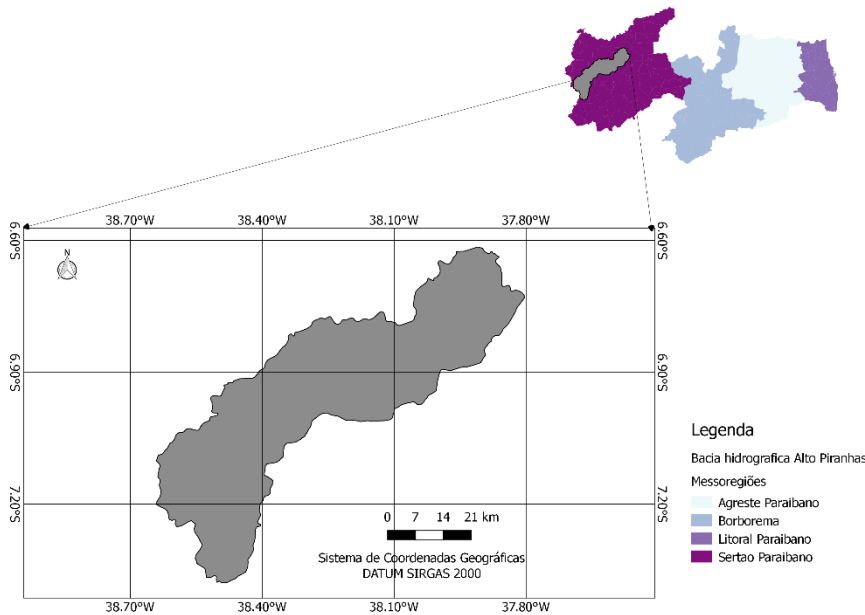
quanto mais próximo de 1, maior será o Índice de Vegetação.

$$NDVI = \frac{(\rho_{IV} - \rho_V)}{(\rho_{IV} + \rho_V)}$$

Onde: ρ_{IV} = reflectância do infravermelho próximo; ρ_V = reflectância do vermelho.

Todo o geoprocessamento foi realizado no QGIS, versão 2.18, com auxílio da Calculadora Raster. O banco de dados geográfico foi georreferenciado para o SIRGAS 2000, Zona 24S.

Figura 1 – Mapa de localização da Sub-bacia do Alto Piranhas.



Fonte: Os Autores. (2019)

Para a reclassificação das imagens de NDVI (Tabela 1) utilizou-se o método de classificação pixel a pixel, agrupando-se e identificando-se regiões com pixel homogêneo.

Tabela 1 - Intervalos de variação do pixel utilizado para reclassificação do NDVI.

Classificação	Tipos de vegetação encontrada	NDVI
Água		≤ 0.0
Solo Exposto		$0.01 \leq \text{pixel} \leq 0.2$
Vegetação arbustiva aberta	Caatinga arbustiva aberta, pastagem, áreas de plantio	$0.201 < \text{pixel} \leq 0.4$
Vegetação arbustiva semi-aberta	Caatinga arbustiva semi-aberta, fruticultura: coco, banana	$0.401 < \text{pixel} \leq 0.6$
Vegetação arbustivo-	Caatinga arbustiva/arbórea	$0.601 < \text{pixel} \leq 0.8$

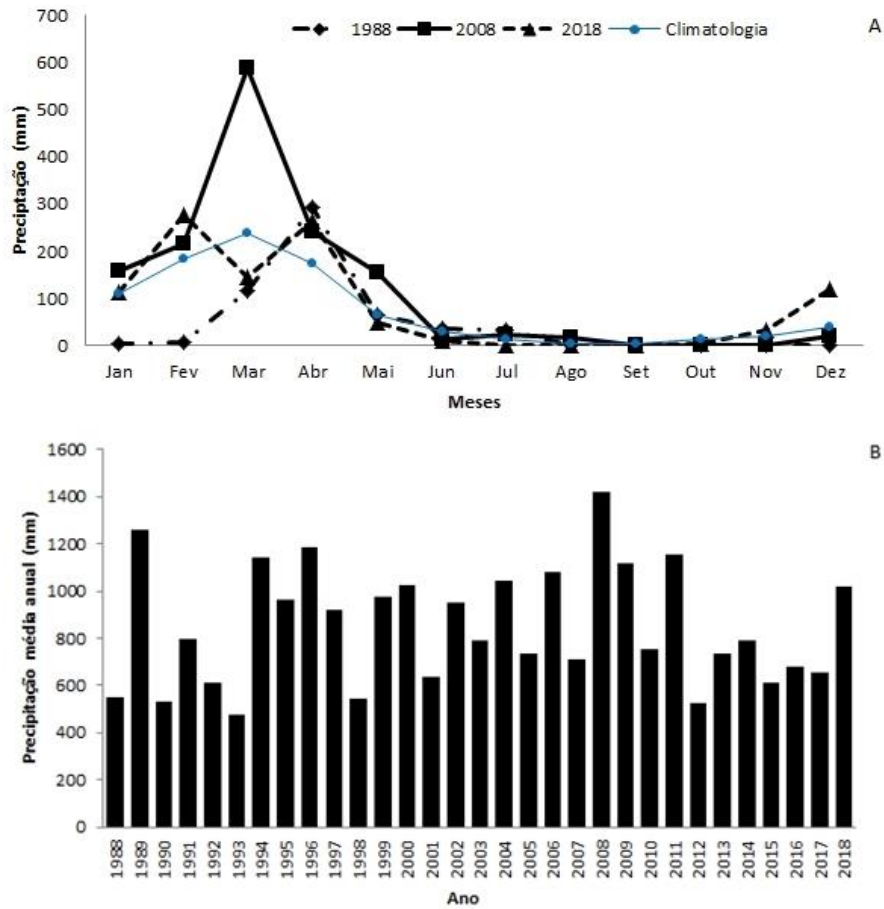
arbórea

Fonte: Adaptado de Nascimento et al (2014)

Após a reclassificação realizou-se a vetorização automática do arquivo matricial reclassificado, o que possibilitou calcular a área para cada classe, obtendo assim a porcentagem de ocupação da bacia hidrográfica ao longo dos 30 anos.

Os resultados do NDVI foram relacionados à climatologia da região, sendo assim, foram coletados dados de precipitação pluviométrica média mensal em cada ano estudado, apresentados como gráfico ombrotérmico (Figura 2A) (AESAs, 2019). Adicionalmente, verificaram-se também os dados de precipitação pluviométrica média anual para o período de 30 anos (Figura 2B).

Figura 2. Precipitação média mensal (A) para os anos: 1988, 2008 e 2018 e anual (B).



Fonte: Adaptado de AESAs (2019)

3. Resultados e Discussão

Os valores mínimos do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI (Figura 3) para os anos 1988, 2008 e 2018 foram, respectivamente, -0,583; -0,5 e -0,118. Esses resultados revelam uma redução na quantidade de pixels com valores negativos nos 30 anos estudados, lembrando que pixels negativos estão associados à presença de água, denotando uma redução na quantidade de água superficial (Nascimento et al, 2014).

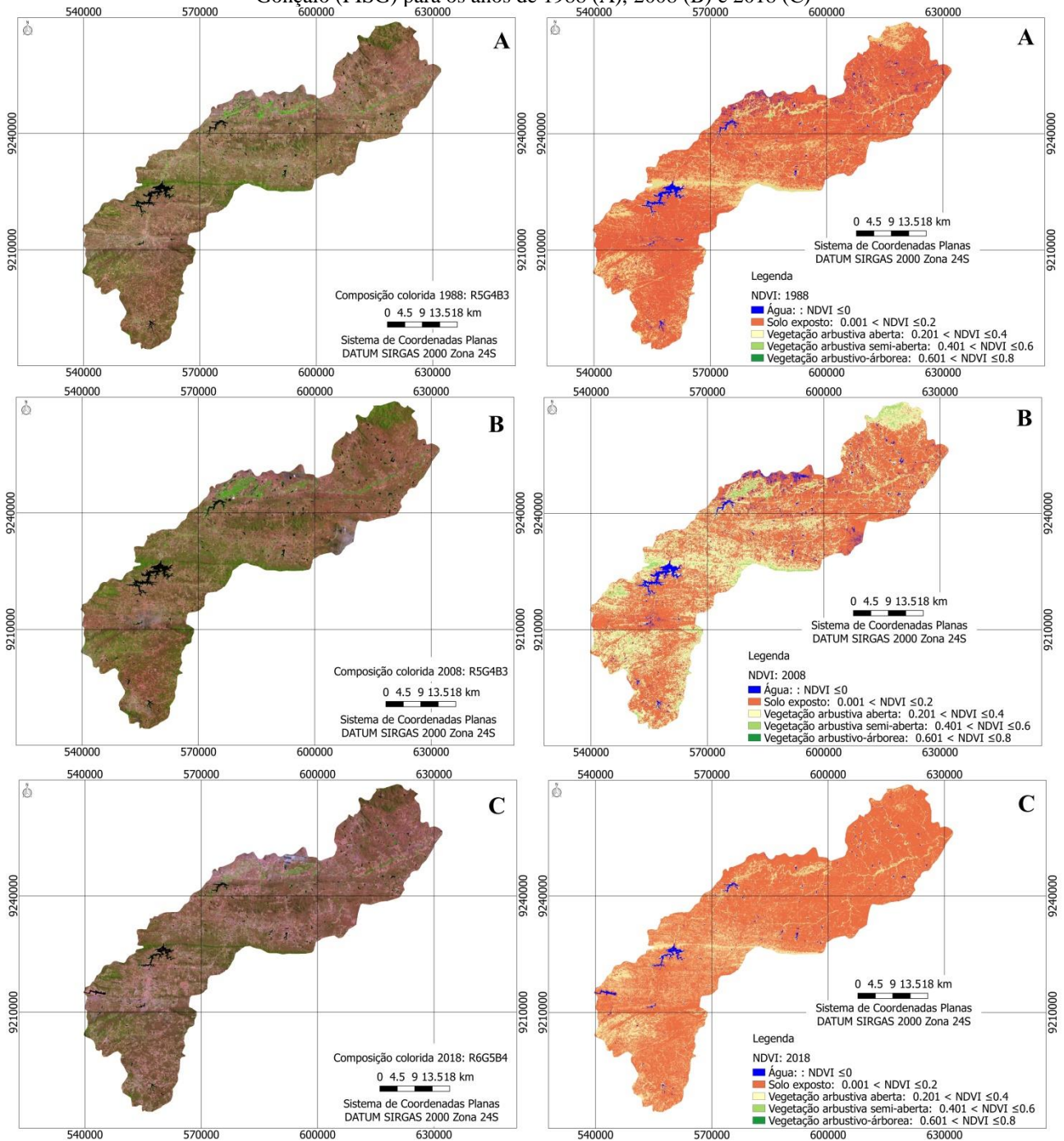
Essa tendência de redução também foi observada para os pixels positivos: 0,722 (1988), 0,722 (2008) e 0,613 (2018). Vale lembrar que pixels positivos, acima de 0,2, representam áreas vegetadas e quando estão entre o intervalo de 0,4 a 0,8 estão associados com vegetação arbustiva e arbustivo/arbórea (Nascimento et al, 2014). Estudo realizado por Braga et al (2014) apenas no período irrigado de São Gonçalo – PISG, obtiveram os seguintes valores médios de NDVI em setembro de 2008: 0,37 (banana/coco); 0,48 (arroz) e 0,44 (vegetação nativa), esses valores estão dentro da faixa encontrada na pesquisa: 0,03 (mínimo), 0,65 (máximo) e 0,29 (médio).

A análise temporal dos primeiros 20 anos (Figura 3A e 3B), mostra uma mudança notória nos aspectos hídricos e vegetacionais, ocorrendo uma diminuição nas áreas correspondentes a água, no entanto, um aumento nas áreas de vegetação arbustiva aberta. Esse aumento da vegetação pode estar associado com a maior precipitação pluviométrica (1053,9 mm) registrada na quadra chuvosa de 2008, bem como no mês de agosto (18 mm) no qual o NDVI foi calculado. Vale salientar, que a precipitação média anual de 2008 foi a maior dos últimos 24 anos com 1423,0 mm de chuva acumulada, esse dado pode ser observado no gráfico ombrotérmico (Figura 2A), onde estão apresentados a análise comparativa da precipitação pluviométrica média mensal dos três anos utilizados para o cálculo do NDVI.

Já nos últimos 10 anos, a mudança na classe água foi mais acentuada (Figura 3B e 3C), pois em 2018, tanto na quadra chuvosa como em agosto, respectivamente, a precipitação foi de 733,3 e 0,2 mm. Nesse período, o NDVI revelou uma diminuição drástica ocupação da bacia hidrográfica por água superficial, restando apenas uma área de 2061,99 ha, que corresponde apenas a 23,3% do total de água existente em 2008. Esses dados obtidos com o sensoriamento remoto estão bem próximos dos oficiais (AESA, 2019), pois em agosto de 2008 a bacia estava com 76,51 % da sua capacidade total, já em 2018 para esse mesmo mês, estava apenas com 25,85%.

Mas como esse cenário de redução drástica de área ocupada por água superficial afetou o Perímetro Irrigado de São Gonçalo (PISG)? Esse questionamento pode ser respondido aliando-se dois fatores: baixa precipitação e salinização do solo. A diminuição da precipitação reduziu o volume do açude São Gonçalo (água doce), restringindo seu uso para abastecimento humano, conseqüentemente, os produtores tiveram que construir poços para continuar irrigando as culturas, mas segundo Silva Neto et al (2012), a água da maioria destes poços contém uma alta concentração de sais em sua solução, contribuindo inicialmente com a diminuição da produtividade das culturas irrigadas e da área ocupada pelo perímetro, em decorrência da salinização do solo. Essa situação foi observada quando os valores dos pixels de NDVI que estavam situados na faixa de 0,4 e 0,8 diminuíram drasticamente nos últimos 10 anos, em termos numéricos, a vegetação que corresponde a essa faixa de NDVI, diminuiu de 24,8 para 5,48 % de ocupação na área do Perímetro Irrigado de São Gonçalo (PISG). Vale salientar, que nesse mesmo período (10 anos) a produção de coco, proveniente desse perímetro irrigado, que era uma das maiores do estado da Paraíba foi praticamente extinta (Silva et al., 2017).

Figura 2 – Composição colorida e NDVI da Bacia Hidrográfica do Alto Piranhas e do Perímetro Irrigado de São Gonçalo (PISG) para os anos de 1988 (A), 2008 (B) e 2018 (C)



Fonte: Os Autores (2019)

Na tabela 2 e 3 estão apresentadas, respectivamente, as áreas ocupadas por cada classe de uso do solo e seus respectivos percentuais de ocupação para a Bacia Hidrográfica do Alto Piranhas e do PISG. Inicialmente, merece destaque a redução da área ocupada por água, que em 1988 correspondia a 3,56 % da Bacia Hidrográfica do Alto Piranhas, no entanto, 30 anos depois, mesmo com a construção de uma nova barragem em 2015 (Barragem Boa Vista) com capacidade para acumular 375.000.000 m³, constatou-se uma redução de 6854,94 ha, ocupando apenas 0,82% da área da BHAP. Esse cenário pode estar associado ao período de seca registrada entre os anos de 2010 e 2016 (Figura 2B), que apresentou precipitação média para o período de 737,97 mm, ou seja, 172,63 mm abaixo do esperado pela climatologia (910,6 mm).

Outro fator de destaque observado com a utilização do NDVI foi a extinção da vegetação arbustivo-arbórea em 2018, bem como o aumento da vegetação arbustiva aberta, o que pode estar associado a estiagem prolongada nesse período. Esse cenário, também foi observado por Pordeus & Barros (2019), aplicando questionários para identificação das formas de ocupação do solo em propriedades situadas na proximidade do perímetro irrigado (PISG), constatando que 77,7% não possuem áreas de florestamento (vegetação arbustivo/arbórea), sendo substituídas por atividade agropecuária; no restante das propriedades (13,3%), algumas apresentavam entre 1 e 9% de ocupação do solo por áreas de florestamento. Esses dados ratificam os encontrados com o uso do NDVI, indicando que essa técnica do sensoriamento remoto é eficaz no diagnóstico ambiental e agrícola de uma área.

Outra tendência observada ao longo do período analisado foi uma redução na área ocupada por solo exposto no primeiros 20 anos, seguida de expansão dos últimos 10 anos. Esse cenário pode indicar uma problemática ambiental que corresponde ao processo de desertificação, decorrente de vários fatores, mas enfocando no PISG, a utilização de águas salinas para irrigação pôde ter contribuído com essa problemática em decorrência da salinização do solo (Silva Neto et al, 2012). Esses autores ainda ressaltaram que o método de irrigação utilizado no PISG corresponde ao de inundação, o que pode ter contribuído para potencializar o efeito da salinização do solo com água de menor qualidade.

Tabela 2 –Área em hectares e porcentagem das classes de uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Alto Piranhas

Classificação	1988		2008		2018	
	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
Água	8916,93	3,56	8849,43	3,53	2061,99	0,82
Solo Exposto	139430,52	55,58	110054,61	43,87	127368,63	50,77
Vegetação arbustiva aberta	74485,44	29,69	111942,65	44,62	120008,94	47,83
Vegetação arbustiva semi-aberta	26048,97	10,38	19654,74	7,84	1459,44	0,58
Vegetação arbustivo-arbórea	1972,98	0,79	345,51	0,14	-	-

Fonte: Os Autores (2019)

Tabela 3 – Área em hectares e porcentagem das classes de uso e ocupação do solo no perímetro irrigado de São Gonçalo

Classificação	1988		2008		2018	
	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
Água	32,56	0,58	59,44	1,06	57,29	1,02
Solo Exposto	3697,08	66,06	2106,49	37,64	2746,07	49,07
Vegetação arbustiva aberta	1436,03	25,65	2057,01	36,76	2437,69	43,56
Vegetação arbustiva semi-aberta	390,29	6,97	1198,05	21,41	306,75	5,48
Vegetação arbustivo-arbórea	39,78	0,71	152,56	2,73	-	-

Fonte: Os Autores. (2019)

Resumidamente, todas essas mudanças observadas aos longos dos anos podem ter sido uma resposta a diversos fatores, entre eles: a seca que ocorreu ao longo dos anos na região (AESA, 2019) e a salinização dos solos (Silva Neto et al, 2012).

4. Conclusão

O NDVI se mostrou uma ferramenta eficaz no monitoramento ambiental da bacia hidrográfica, denotando mudanças de uso do solo decorrentes das mudanças climáticas e seus efeitos nos recursos hídricos, vegetacionais e solo.

Os últimos dez anos de estudo apresentaram a maior degradação do perímetro irrigado de São Gonçalo.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem a organização e comissão científica da XV Semana de Agronomia da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Centro de Ciências Agrárias - CCA e ao Laboratório de Topografia e Geoprocessamento do mesmo centro.

6. Referências

AESA - Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba (2019). **Volumes dos Açudes**. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume-diario/?tipo=atual>>. Acesso em: 20 out. 2019.

Almeida, N. V., Cunha, S. B. (2012). A cobertura vegetal e sua importância na análise morfodinâmica da bacia hidrográfica do Rio Taperoá – Nordeste Do Brasil/ Paraíba. **Revista Geonorte**, 3(6), 365 – 378.

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22(6), 711 – 728.

Braga, A. C. et al. (2014). Vegetation index in the São Gonçalo irrigated perimeter - PB. **Journal Of Hyperspectral Remote Sensing**, 4(2), 65-74.

Cândido, A. K. A. A., Silva, N. M., Barbosa, D. S. (2015). Dinâmica espacial e temporal do uso das terras e

índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) em setor de cabeceira do Rio São Lourenço, CAMPO VERDE, MT. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, 33, 94-119.

Cândido, L. L. T., Vieira, A. S., Silva, É. L., Sousa Fernandes, F. D., De Sá Neto, J. A., Cândido, R. A. (2018). Sustentabilidade ambiental da pegada hídrica na sub-bacia do Alto Piranhas no sertão paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 13(3), 361-368.

Costa Filho, J. F., Francisco, P. R. M., Andrade, M. V., Silva, L., Dantas, L. M. (2007, julho). Estimativa do índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) na Microrregião de Sousa-PB utilizando imagens do CBERS-21. **Congresso Brasileiro de agrometeorologia**, Aracaju, SE, Brasil, 5.

Formaggio, A. R., Sanches, I. D. (2017). **Sensoriamento remoto em agricultura**. São Paulo: Oficina de Textos.

Freitas, M. I. A. (2012). **Sub-Bacia do Alto Piranhas, Sertão Paraibano: percepção ambiental e perspectivas na gestão dos recursos hídricos**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil.

Lourenço, V. R., Ramos, N. N. L. A., Costa, C. A. G. (2017). Distribuição espaço-temporal do NDVI sob condições de Caatinga preservada. **Espaço Aberto: Revista do Programa de Pós-graduação em Geografia**, 7(1), 101-110.

Nascimento, S. S., Lima, E.R.V., Lima, P.P.S. (2014) Análise temporal da degradação da Caatinga na sub-bacia do Alto Paraíba. **OKARA: Geografia em debate**, 8(1), 72-94.

Ponzoni, F. J. Comportamento espectral da vegetação. (2001) In: MENESES, R.; MADEIRA NETTO, J. S. Sensoriamento Remoto: reflectância dos alvos naturais. **EMBRAPA Cerrados**, 157-199.

Pordeus, A., Barros, J. D. S. (2019). Diagnóstico agroecológico do Perímetro Irrigado Várzeas de Sousa (PIVAS), no Sertão paraibano (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, 6(1), 81-94.

Quesada, H. B., Redondo, G., Vernasqui, L. G., Magnoni, P. H. J., Arantes, E. J. (2017). Análise da vegetação ripária em bacia hidrográfica utilizando Índice de Vegetação Normalizada (NDVI) no município de Maringá-PR. **Geo UERJ**, 31, 439-455.

Ribeiro, R. B., Filgueiras, R., Ramos, M. C. A., Almeida, L. T., Generoso, T. N., Monteiro, L. I. B. (2017). Variabilidade espaço-temporal da condição da vegetação na agricultura irrigada por meio de imagens SENTINEL-2a. **Rev. Bras. De Agric. Irrig**, 11, 1884-1893.

Silva Neto, M. F.; Macedo, M. L. A.; Andrade, A. R. S.; Freitas, J. C.; Pereira, E. R. R. (2012). Análise do perfil agrícola do perímetro irrigado de São Gonçalo-PB. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, 5(2), 155-172.

Silva, B. B. et al. (2012). Determinação por sensoriamento remoto da produtividade primária bruta do perímetro irrigado são gonçalo – PB. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 28(1), 57-64.

Silva, E. L., Vieira, A. S. (2017). Simulação integrada dos recursos hídricos nos reservatórios Engenheiro Ávidos e São Gonçalo na Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 12(5), 892-901.

Silva, S. N., Lopes, F. G., Andrade, F. E., Ferreira, C. B., Dantas, M. C. D. A. M., Cunha, E. S. (2017). Efeitos da escassez hídrica na economia do perímetro irrigado de São Gonçalo, Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 12(1), 132-137.

Informações Adicionais:

Contribuições dos autores: Todos os autores contribuíram de forma igualitária na construção e desenvolvimento deste artigo.

Como referenciar este artigo: Peruzzo, J. S., Pereira, M. C. S., Silva, L. D. R., Oliveira, B. S., Silvino, G. S. (2019). Sensoriamento remoto aplicado ao monitoramento ambiental da bacia do Alto Piranhas, Semiárido Nordeste (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.7, n.3 (Edição Especial – XV SEAGROCCA), p.28-37.



Direitos do Autor. A Revista Brasileira de Meio Ambiente utiliza a licença Creative Commons - CC Atribuição Não Comercial 4.0 CC-BY-NC (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>), no qual, os artigos podem ser compartilhados desde que o devido crédito seja aplicado de forma integral ao autor (es) e não seja usado para fins comerciais.