



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANALISE ESPAÇO TEMPORAL DO NDVI NO AÇUDE ALGODÕES- PE ATRAVÉS DA CLASSIFICAÇÃO NÃO SUPERVISIONADA EM LINGUAGEM LEGAL

Juarez Antônio da Silva Junior ⁽¹⁾, Fábio Vinicius Marley Santos Lima ⁽²⁾, Ubiratan Joaquim da
Silva Junior ⁽³⁾

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Cartográfica UFPE, e-mail: juarez.ufpe@gmail.com.

⁽²⁾ Mestrando em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação UFPE, e-mail:
fabiomarley.v@gmail.com;

⁽³⁾ Mestrando em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação UFPE, e-mail:
ubiratanjoaquim@yahoo.com.br.

Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais.

Resumo

O açude Algodões, localizada no município de Ouricuri em Pernambuco, vem apresentando uma queda considerável em seu volume, onde em 2016 foi declarado em situação de emergência. Fazendo uso de ferramentas de geoprocessamento e cenas do sensor MUX do Satélite sino-brasileiro CBERS-4, objetivou-se analisar a dinâmica da vegetação através do NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) entorno do Açude Algodões. Utilizou-se o *software* livre (SPRING 5.3) para o processamento de imagens digitais através do uso da programação em linguagem LEGAL. O algoritmo implementado pelos autores, foi eficiente para a análise da variabilidade das áreas verdes e secas no local de estudo no período de 2015 a 2018.

Palavras chave: Açude Algodões, CBERS-4, Classificação, LEGAL, NDVI.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

1. Introdução

A melhor maneira de monitorar essas mudanças é através da utilização de produtos multi-temporais de sensoriamento remoto (GAO et al., 2001), que fornecem dados importantes sobre as características ambientais. Quando utilizadas concomitantemente com Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), proporcionam informações valiosas sobre os mecanismos de degradação (GHOSH, 1993) e auxiliam no estudo espacial em açudes e reservatórios do semiárido. A classificação de imagens de satélite é o processo de extração de informação para reconhecer padrões e objetos homogêneos e são utilizados em Sensoriamento Remoto para mapear áreas da superfície terrestre que correspondem aos temas de interesse.

O processo de classificação pode ser implementado em linguagem LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico), que é uma linguagem de consulta e manipulação espacial que realiza operações sobre dados dos tipos mapa temático, modelo numérico de terreno e imagem no software nacional Spring. Com o objetivo de identificar ou extrair informações biofísicas da vegetação, faz-se necessária uma análise temporal que requer conhecimentos específicos sobre os ciclos fenológicos, os quais obedecem a uma sazonalidade anual (JENSEN, 2009).

Nesse sentido, os índices de vegetação têm sido largamente utilizados na determinação e estimativa do índice de área foliar, biomassa e radiação fotossintética ativa. Apesar de inúmeros índices de vegetação, o índice mais utilizado é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN), cuja sigla em inglês é NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Rocha et. al (2013) também utilizaram o NDVI no intuito de identificar classes de uso do solo, para uma região pertencente ao norte de Minas Gerais, e apontaram o método como otimizador no processo de identificação de classes da cobertura vegetal.

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho analisar as condições da vegetação utilizando a classificação não supervisionada do NDVI, em linguagem LEGAL, com base em dados orbitais e pluviométricos referentes ao período de estiagem no semiárido pernambucano.



XVIII
SBGFA

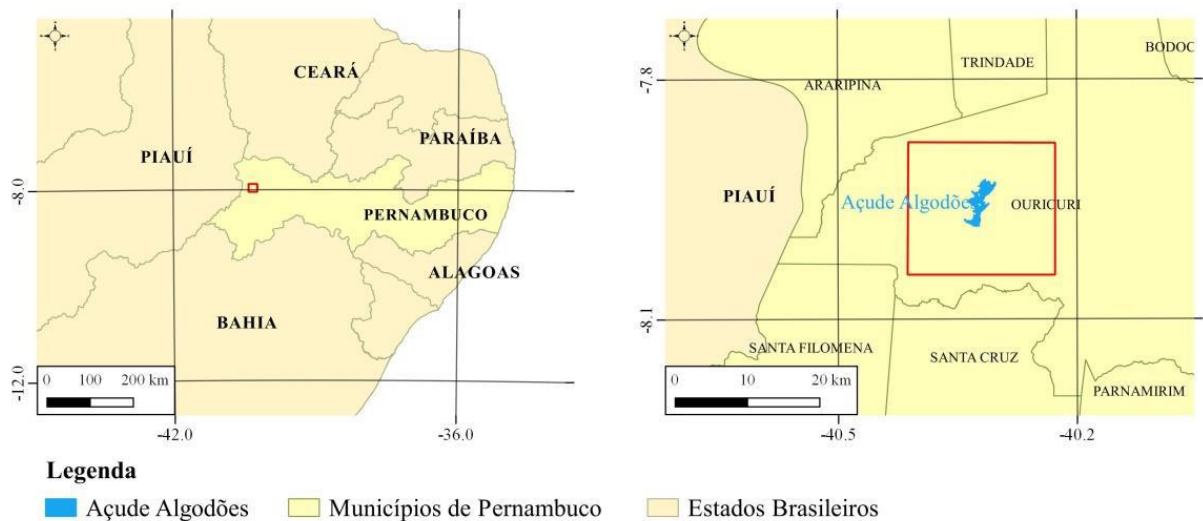
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

2. Materiais e métodos

O açude Algodões situa-se no município de Ouricuri, que se encontra a e distante cerca de 630 km da capital Pernambucana, Recife. Limita-se ao norte com os municípios de Araripina, Trindade e Ipubi, ao Sul, com Santa Cruz e Santa Filomena, a leste com Parnamirim e Bodocó e a oeste com o Estado do Piauí. O clima é do tipo tropical quente semiárido, enquadrando-se na classificação climática de Köppen e Geiger como BSh. Na Figura 1 pode-se observar a localização do município de Ouricuri e o açude Algodões, juntamente com o local de estudo.



Sistema de Referência Geodésico WGS84 \ Sistema de Coordenadas Geograficas \ Unidades: Graus decimais

Figura 1: Localização do Açude Algodões em Ouricuri, Pernambuco. Fonte: Autores, 2019.

Para a elaboração deste artigo foram utilizadas duas cenas do Satélite CBERS-4 sensor MUX, com resolução espacial de 20m nas datas de 01/10/2017 e 04/09/2018. As imagens são disponibilizadas gratuitamente pelo Catalogo de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), disponível no site <http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>. A realização do processamento das imagens foi no software livre Spring 5.3, em sua plataforma de programação LEGAL (linguagem de geoprocessamento algébrico). Esta plataforma possibilita inúmeras



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

aplicações para sensoriamento remoto, tais como: Georreferenciamento de Imagens, Registro de Imagens, Geração de Índices de Vegetação e Construção Automática de Máscaras de Nuvens e Sombras de Nuvens.

Com isso, foi realizada a calibração radiométrica através da conversão das imagens em números digitais em radiância e reflectância. Nesse trabalho a calibração radiométrica foi realizada a partir do cálculo da reflectância no topo da atmosfera pelas equações 1 e 2.

$$\rho\lambda = \pi \cdot L\lambda \cdot d^2 ESUN\lambda \cdot \cos(\theta) \quad (1)$$

$$L\lambda = Gain\lambda \cdot DN + Offset\lambda \quad (2)$$

As equações 1 e 2 representam o cálculo da reflectância ($\rho\lambda$) [$W/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$] para cada banda espectral para o CBERS-4/MUX. Nas expressões, π representa a constante matemática, $L\lambda$ a radiância espectral [$W/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$], " d " representa a distância Sol-Terra em unidades astronômicas [UA], θ corresponde ao ângulo zenital solar [rad] e DN o nível digital do pixel de cada imagem. $ESUN\lambda$, $Gain\lambda$ e $Offset\lambda$ são constantes pré-definidas para cada sensor, onde $ESUN\lambda$ representa a irradiância solar exoatmosférica média no topo da atmosfera [$W/(m^2 \cdot \mu m)$]. Tais constantes foram utilizadas de acordo com a calibração radiométrica feita por Pinto (2016). Já a distância Sol - Terra e o ângulo zenital solar são variáveis em função do tempo, portanto elas mudam de acordo com a data em que cada imagem foi adquirida.

O NDVI, medi a biomassa ou o vigor vegetativo com base nos valores de brilho digital, variando entre -1 e 1. É calculado a partir da reflectância da faixa (0.63 μm – 0.69 μm) na faixa (0.76 μm – 0.90 μm). O NDVI é obtido aplicando a Equação 3 (ROUSE et al., 1974).

$$NDVI = \frac{(0.76 \mu m - 0.90 \mu m) - (0.63 \mu m - 0.69 \mu m)}{(0.76 \mu m - 0.90 \mu m) + (0.63 \mu m - 0.69 \mu m)} \quad (3)$$



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Conforme Ponzoni, Shimabukuro & Kuplich (2012), valores negativos de NDVI correspondem a água; valores muito próximos de 0 correspondem a superfície sem vegetação; e quanto mais próximo de 1, mais densa é a vegetação.

Através das imagens NDVI foi realizada uma classificação, a qual identificou a região em áreas com vegetação rala, esparsa, em transição e solo exposto e corpos hídricos. O limiar de classificação das áreas foi fatiado segundo Chagas et al. (2008), onde a densidade da cobertura vegetal foi dividida em quatro fitofisionomias como mostra a tabela I.

Tabela I: Valores de NDVI utilizados na seleção de classes de cobertura vegetal.

Classe	NDVI
Água	-1,0 a -0,1
Solo Exposto	0,01 a 0,1
Vegetação rala	0,1 a 0,2
Vegetação esparsa	0,2 a 0,4
Vegetação de transição	0,4 a 0,6
Vegetação Densa	0,6 a 1,0

Fonte: (Chagas et al., 2008).

3. Resultados

Através desta metodologia foi gerado mapas de NDVI, contemplando especialmente a área do Açude Algodões e seu entorno, com do fatiamento de classes proposto por (Chagas et al., 2008). Na figura 02 a) é possível observar que no ano de 2015 houve mais feições com valores de NDVI negativos referente a classe água, em relação a 2016.

Esse aparecimento de água no açude em 2015 se deve ao fato que neste ano, houve um aumento de 40% de precipitação média em relação ao ano anterior. Segundo a DNOCS, em outubro de 2015, o açude Algodões estava com volume de 16,59% e reduziu-se para 1,35% no mesmo período no ano anterior. Em 2016 houve um aumento de área de 71% da classe solo exposto e quase não houve diferença entre as classes de vegetação rala e vegetação densa em relação a 2015.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

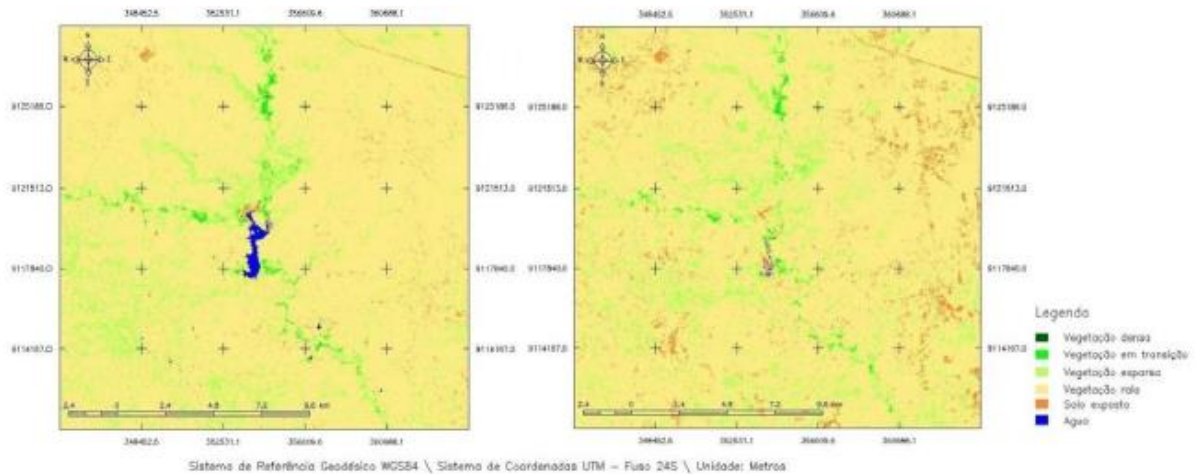


Figura 2: a) NDVI da data 04/10/2015 e b) NDVI na data 02/10/2016. Fonte: Autores, 2019.

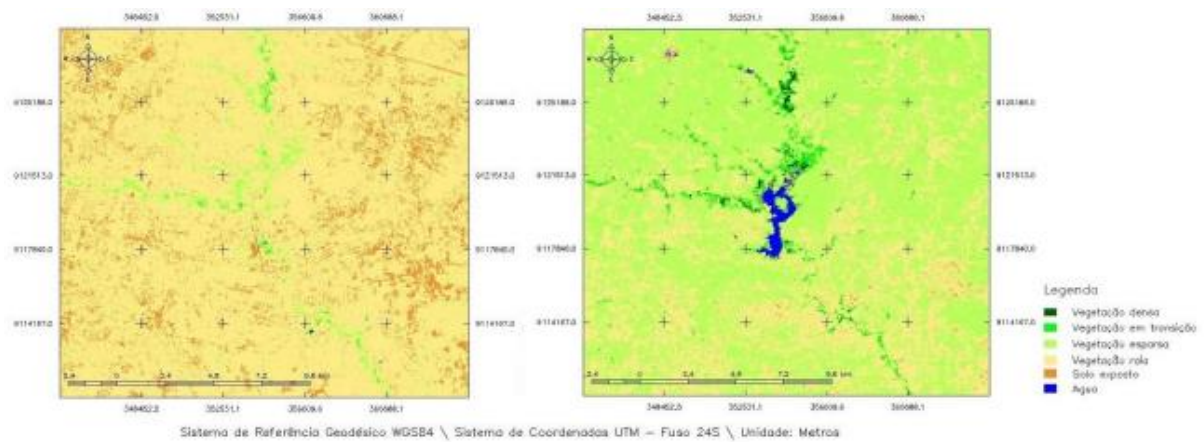


Figura 3: a) NDVI da data 04/10/2017 e b) NDVI na data 02/10/2018. Fonte: Autores, 2019.

As classes de vegetação esparsa e vegetação de transição, também não houve diferença significativa espacial, em comparação com o ano anterior, manteve-se quase que inalterada nas regiões que restaram de mata ciliar dos rios secundários e terciários do Rio Brigida. No geral, é possível observar que a diminuição de precipitação em 2016, foi suficiente para mudanças significativas no volume de água do açude e o aumento de áreas com solo exposto no entorno.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

De 2016 para 2017 houve diminuição espacial de 61% para classes água, levando o açude a extrema seca, um aumento de 60% para a classe de solo exposto e diminuição de 66% e 50% para as classes vegetação esparsa e vegetação de transição respectivamente. Houve poucas mudanças espaciais para a classe de vegetação rala e vegetação densa que em 2017 não foi detectado presença na ordem de km² como mostra a tabela 01. Em 2017 houve diferenças bastantes significativas em todas as classes e em relação a todos os anos em estudo.

Neste ano houve apenas 0.05 km² de feições de água, referentes a pequenos corpos hídricos presentes na área de estudo. O ano de 2017 se mostrou com maior aparecimento de feições da classe solo exposto e vegetação rala, houve diminuição de feições de vegetação esparsa e de transição e sem presença de vegetação densa em relação a todos os anos em estudo. Já o ano de 2018, houve menor presença de feição da classe solo exposto e maior presença de feições de água, vegetação rala, vegetação esparsa e vegetação densa em relação a todos os anos em estudo. Segunda a ANA o açude Algodões terminou o ano de 2017 com um volume de água no açude de 0,2% e passou a ter em 2018 um no volume de 20.15%.

O aumento da área verde e o aparecimento de água mostra a sensibilidade do NDVI na região do semiárido que já é naturalmente seca, tem com o volume de chuvas. Apesar do ano de 2017 ter uma precipitação média maior que em 2016 como mostra a figura 03, o NDVI de setembro de 2017 apresentou valores de NDVI próximos do 0. Isso se deve ao fato que as chuvas em 2017 ficaram concentradas nos meses de janeiro e fevereiro enquanto nos demais anos, as chuvas também se concentraram nos primeiros semestres, porém com maior distribuição em todos os meses do ano.

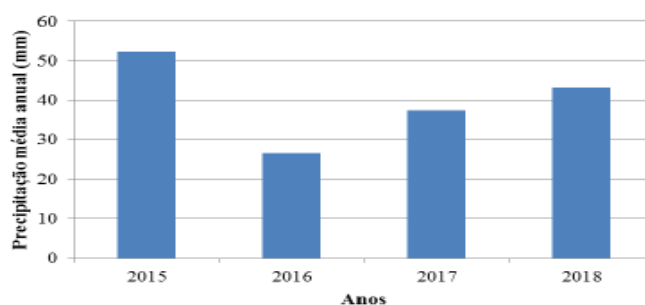


Figura 4: Gráfico de precipitação média anual (mm) para os anos de 2015,2016,2017 e 2018. Fonte: INMET



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A figura 5 mostra o algoritmo utilizado em linguagem LEGAL, implementado para este trabalho.

```
1 {
2   Imagem B7 ("MUX05"), B8 ("MUX05");
3   Numerico ref7 ("ReflectanciaMUX05"), ref8 ("ReflectanciaMUX05"), NDVI ("NDVIMUX05");
4   Tematico Fatiamentos ("FatiaNDVI2015");
5   Tabela fati (Fatiamento):
6   B7 = Recuperar (Nome="B7");
7   B8 = Recuperar (Nome="B8");
8   ref7 = Novo (Nome = "ref1_B7", ResX = 20, ResY = 20, Escala = 100000);
9   ref8 = Novo (Nome = "ref1_B8", ResX = 20, ResY = 20, Escala = 100000);
10  NDVI = Novo (Nome = "NDVI_MUX", ResX = 20, ResY=20, Escala = 100000, Min = -1, Max = 1);
11  pi=3.14;
12  d = 0.98916;
13  Esun7 = 1559.0;
14  Esun8 = 1091.0;
15  offset = 0;
16  teta = 0.3353249632863153306463;
17  ganho7 = 1.57;
18  ganho8 = 1.40;
19  ref7 = Numerico((pi*d*d*ganho7*B7)/(Esun7*teta));
20  ref8 = Numerico((pi*d*d*ganho8*B8)/(Esun8*teta));
21  NDVI = ((ref8 - ref7)/(ref8 + ref7));
22  Fatiamentos = Novo(Nome="NDVI_fat", ResX=20, ResY=20, Escala=100000);
23  fati=Novo(CategoriaFin = "FatiaNDVI2015",
24  [-1.0,-0.01] : "Agua",
25  [0.01, 0.1] : "Solo exposto",
26  [0.1, 0.2] : "Vegetação rala",
27  [0.2, 0.4] : "Vegetação esparsa",
28  [0.4, 0.6] : "Vegetação de transição",
29  [0.6, 1.0] : "Vegetação densa");
30  Fatiamentos = Fatie(NDVI, fati);
31 }
```

Figura 5: Programação em LEGAL para classificação não supervisionada. Fonte: Autores, 2019.

Com os dados obtidos da classificação, foi possível o cálculo de área para cada classe, sendo mostrado na tabela II.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Tabela II: Distribuição de áreas para cada ano em km².

Classe	NDVI	NDVI	NDVI	NDVI
	04/10/2015	02/10/2016	01/10/2017	04/09/2018
Água	1,44	0,13	0,05	2,94
Solo Exposto	3,84	13,71	33,86	2,00
Vegetação rala	310,35	305,68	320,59	120,71
Vegetação esparsa	54,45	51,25	16,92	238,69
Vegetação de transição	1,96	1,36	0,69	6,30
Vegetação Densa	0,04	0,03	0,00	1,52

Fonte: Autores, 2019.

4. Conclusão

A classificação não supervisionada em linguagem LEGAL, implementada pelos autores, demonstrou ser promissora no mapeamento de classes do NDVI, visto que nos anos analisados, obteve eficiência na identificação de cada classe correspondente a espacialização da dinâmica da vegetação na região em estudo. Este trabalho teve como um dos objetos o uso de dados e geotecnologia nacional para o monitoramento de temporal de reservatórios hídricos.

A partir dos mapas gerados há uma divergência considerável entre a capacidade de armazenamento d'água no açude e o volume de água atual dos açudes em sangria. Esta é a realidade na região do semiárido. Fatores impactos climáticos e má administração de recursos hídricos, dentre outros fatores, apontam para a urgência de se rever o modo como os recursos naturais são conservados e para a necessidade de uma política de distribuição de água que não acentue ainda mais a desigualdade social tal como vem ocorrendo no Brasil.

De maneira geral, as informações da configuração espacial da seca e remanescente da cobertura vegetal nativa, são de grande contribuição científica. Assim, poderão contribuir para iniciativas de proteção da cobertura vegetal, principalmente da mata ciliar, auxiliando o poder



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

público no âmbito das políticas ambientais e na tomada de decisão, bem como conscientizando a população sobre a necessidade de conservação dos recursos naturais.

Referências Bibliográficas

PINTO, C. T. **Uncertainty evaluation for in-flight radiometric calibration of earth observation sensors**. Tese (Doutorado) — Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2016.

JR, J. R. et al. **Monitoring vegetation systems in the great plains with erts**. 1974

CHAGAS, M. DAS G. S. DAS.; GALVÍNCIO, J. D.; PIMENTEL, R. M. DE M. 2008. **Avaliação da dinâmica espectral da vegetação de Caatinga em Arcoverde, Pernambuco**. Revista de Geografia, v. 25, n. 2, p. 45-60.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos naturais**. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

Gao, J.; Zha, Y.; Ni, S. **Assessment of the effectiveness of desertification rehabilitation measures in Yulin, northwestern China using remote sensing**. International Journal of Remote Sensing, v.22, p.3783-3795, 2001.

Ghosh, T. K. **Environmental impacts analysis of desertification through remote sensing and land based information system**. Journal of Arid Environments, v.25, p.141-150, 1993. ISBN: 0000.0000.000 Página 11

ROCHA, A. S.; MEIRELES, T.A.V; ANDRADE JÚNIOR, I.O.; **Uso do NDVI na Identificação de Classes de Uso do Solo**. In: XIV Seminário de Pesquisa e Pós- Graduação, XII Seminário de Iniciação Científica, IV Seminário PIBID, 25 a 28 de setembro de 2013. Campus Universitário Professor Darcy Ribeiro, Montes Claros- MG. Disponível in: www.fepeg.unimontes.br.