

# ANÁLISE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRINHO/PB A PARTIR DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO

*José Antônio Vilar Pereira  
Yuri Gomes de Souza  
Janaina Barbosa da Silva*

1. Graduando em Geografia, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: [joseantoniovilar36@gmail.com](mailto:joseantoniovilar36@gmail.com);
2. Graduando em Geografia, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: [yurigomes.s28@gmail.com](mailto:yurigomes.s28@gmail.com);
3. Profa. Dra. Janaina Barbosa da Silva do curso de Geografia; UFCG, Campina Grande, PB; E-mail: [janaina.barbosa@ufcg.edu.br](mailto:janaina.barbosa@ufcg.edu.br).

## RESUMO

O processo de exploração ambiental no Bioma Caatinga tem causado impactos ambientais que comprometem negativamente a sua sustentabilidade e a sua recarga natural. No município de Juazeirinho-PB, o uso inadequado do solo e da cobertura vegetal, tem provocado perdas, muitas das vezes, irreparáveis ao equilíbrio ecossistêmico. O presente trabalho objetivou realizar, com auxílio do Sensoriamento Remoto, a caracterização do relevo do município de Juazeirinho/PB e analisar o seu grau de antropismo. Quanto a metodologia: 1) Levantamento do referencial teórico; 2) Localização da área de estudo; 3) aquisição das imagens de satélite; 4) Processamento Digital das Imagens-PDI e 5) Estudo de campo. Constatou-se que embora a atividade econômica tenha sua importância para o desenvolvimento social, a exploração maciça do ambiente sinaliza prejuízos no solo e na vegetação, em que o grau de antropismo ocupou cerca de 98,75% do município.

**Palavras-Chave:** Antropismo; Bioma Caatinga; Semiárido; Sensoriamento Remoto.

## ABSTRACT

The environmental exploration process in the Caatinga Biome has caused environmental impacts that negatively affect its sustainability and its natural recharge. In the municipality of Juazeirinho-PB, the inadequate use of the soil and vegetation cover has caused losses, many times, irreparable to the ecosystem equilibrium. The present work aimed to perform, with the aid of Remote Sensing, the characterization of the relief of the municipality of Juazeirinho / PB and to analyze its degree of anthropism. As for the methodology: 1) Survey of the theoretical reference; 2) Location of the study area; 3) acquisition of satellite images; 4) Digital Image Processing - PDI and 5) Field study. It was observed that although economic activity is important for social development, the massive exploitation of the environment signals losses in soil and vegetation, where the degree of anthropism occupied about 98.75% of the municipality

**Key words:** Anthropism; Caatinga Biome; Semi-arid; Remote sensing.

## 1. INTRODUÇÃO

O Bioma Caatinga é o único restritamente brasileiro, ocupando basicamente a Região Nordeste e parte do Estado de Minas Gerais. Sua fisionomia estrutural consiste em vegetação de árvores e arbustos baixos, muitos dos quais apresentam espinhos, microfilia e características xerófilas (LEAL; TABARELLI; SILVA, 2003).

A paisagem da Caatinga contribui expressivamente para biodiversidade brasileira, no entanto a exploração vem ameaçando seu equilíbrio e o bioma pode ser considerado um dos mais ameaçados do Brasil (EVANGELISTA, 2011). Em virtude da ocupação do Nordeste brasileiro através da interiorização de atividades extrativas e da produção agrícola bem como do gado fez com que os primeiros pontos de exploração do espaço geográfico viessem a emergir nessa região (ALVES; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2008).

Pesquisas técnico-científicas em Sensoriamento Remoto, possibilitam uma alta capacidade de armazenamento de informações e grande poder de manipulação de dados, que aliadas fortalecem as ações ambientais de monitoramento e fiscalização de forma eficaz e com custos relativamente menores. Tal monitoramento contribui para análise da intensidade de impactos ambientais que comprometem negativamente a sustentabilidade da Caatinga, estes são causados pelo uso inadequado do solo e afetam diretamente a cobertura vegetal, o que provoca um aceleração do processo erosivo e desestabilização do equilíbrio do meio.

Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa foi realizar com auxílio do Sensoriamento Remoto, a caracterização do relevo do município de Juazeirinho/PB e analisar o grau de antropismo na área.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 *Área de Estudo*

O município de Juazeirinho possui uma área de 467,526km<sup>2</sup>, está localizado na Região Nordeste no Estado da Paraíba, na mesorregião da Borborema e na microrregião do Seridó Oriental (RODRIGUEZ, 2012). Limita-se com os municípios de Santo André, Soledade, Gurjão, Tenório, Assunção, Pedra Lavrada e Taperoá. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) a população estimada para o município no ano de 2016 era de 18.061 habitantes (Figura 1).

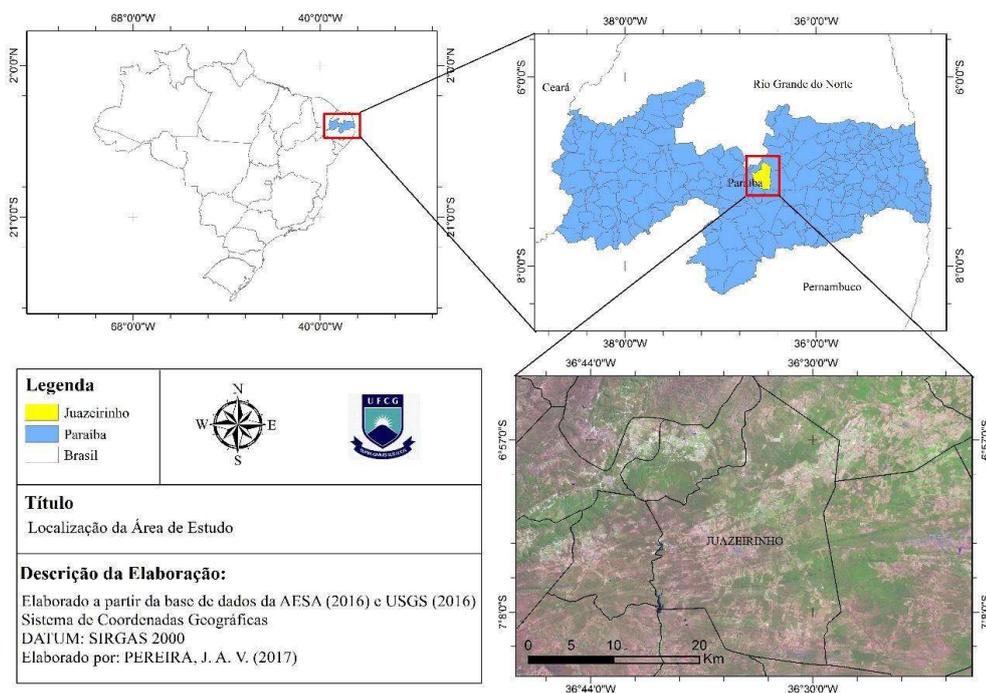


Figura 1: Localização da Área de Estudo.

## 2.2 Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos consistiram em: 1) Levantamento do referencial teórico; 2) aquisição das imagens de satélite; 3) Processamento Digital das Imagens-PDI e 4) estudo de campo.

Para a realização do PDI e elaboração dos mapas foram utilizados os softwares Erdas Imagine 2010 e o ArcGIS 10.

### *Aquisição das Imagens*

As imagens utilizadas foram obtidas através do site do Serviço de Geologia dos Estados Unidos (USGS). Essas cenas são provenientes dos satélites Landsat 5 e 8, capturadas pelos sensores Thematic Mapper (TM) e Operational Land Imager (OLI) respectivamente.

Foram adquiridas duas imagens da órbita/ponto 215-65 correspondentes às datas 07/03/2005 (sensor TM) e 25/07/2015 (sensor OLI) data mais recente, essas foram escolhidas prioritariamente pela menor porcentagem de nuvens.

A imagem SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), também é obtida de forma gratuita na internet, através do GeoPortal da AESA, e corresponde a um mosaico de imagens de radar da missão SRTM da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) com resolução espacial de 90m com dados altimétricos do Estado da Paraíba.

*Processamento Digital das Imagens (PDI);*

*Empilhamento*

Esse procedimento consiste no processamento em conjunto para todas as bandas, nesse caso a 3 e 4 do satélite Landsat 5 e das bandas 4 e 5 do Landsat 8.

*Reprojeção das Imagens*

O sistema padrão de referência das imagens Landsat obtidas através da USGS estão orientadas para o Hemisfério Norte em *DATUM World Geodetic System (WGS) 1984 UTM Zona Norte*, sendo necessário, portanto, fazer a reprojeção dessas cenas para o Hemisfério Sul, ou seja, *DATUM WGS 1984 UTM Zona Sul*.

- *Landsat 5*

*Calibração Radiométrica*

A calibração radiométrica proposta por Markhan e Baker (1987) é obtida através da equação 1:

$$L_{\lambda_i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND \text{ (Equação 1)}$$

Onde, a e b são as radiâncias espectrais mínima e máxima; ND é a intensidade do pixel (número digital – número inteiro de 0 a 255); e i corresponde às bandas (1, 2, ... e 7).

*Cômputo da Reflectância*

A reflectância pode ser definida como sendo a razão entre o fluxo e radiação solar refletida pela superfície e o fluxo de radiação solar global incidente, obtida segundo Allen et al., (2002) através da equação 2:

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda_i}}{k_{\lambda_i} \cdot \cos Z \cdot d_r} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde,  $L_{\lambda_i}$  é a radiância espectral de cada banda,  $k_{\lambda_i}$  é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera ( $\text{Wm}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$ ),  $Z$  é o ângulo zenital solar e  $d_r$  é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol ( $r_0$ ) e a distância Terra-Sol ( $r$ ) em dado dia do ano (DSA).

- *Landsat 8*

#### *Cômputo da Reflectância*

A reflectância é obtida através da equação (3) disponibilizada pela USGS (2016):

$$\rho\lambda' = \frac{(M\rho * Q_{cal} + A\rho)}{\cos Z} \quad (\text{Equação 3})$$

Em que:  $\rho\lambda'$  é igual a reflectância planetária, sem correção para o ângulo solar;  $M\rho$  é o fator multiplicativo (disponível no arquivo metadados);  $A\rho$  é o fator aditivo (disponível no arquivo metadados) e  $Q_{cal}$  corresponde aos valores de pixel calibrados do produto padrão Quantized (DN).

#### *IVAS (Índice de Vegetação Ajustado ao Solo)*

O IVAS é calculado através da equação (5) proposta por Huete (1988):

$$IVAS = (1 + L) * \frac{\rho_{iv} - \rho_v}{L + \rho_{iv} + \rho_v} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde,  $L$  é um fator de função da densidade da vegetação e sua determinação requer um conhecimento *a priori* da quantidade de vegetação,  $\rho_{iv}$  é a banda do infravermelho e  $\rho_v$  a banda do vermelho.

#### *Classificação das Imagens*

Essa etapa foi realizada no software ArcGIS, onde é possível através da análise do histograma das imagens obter a quantidade de pixel da imagem em cada classe.

## **IMAGENS SRTM**

### *Declividade*

Os mapas de declividade fornecem informações do gradiente altimétrico do terreno, servindo de base para identificação de vertentes, encostas e áreas alagáveis. O mapa de declividade foi gerado a partir da ferramenta *Spacial Analyst Tools* do aplicativo ArcGis.

### *Hipsometria*

O mapa hipsométrico foi elaborado a partir do aplicativo ArcGis 10 através da opção *Classified*, a qual pode-se inserir valores de equidistância entre as cotas altimétricas.

## 2.3 Estudo de Campo

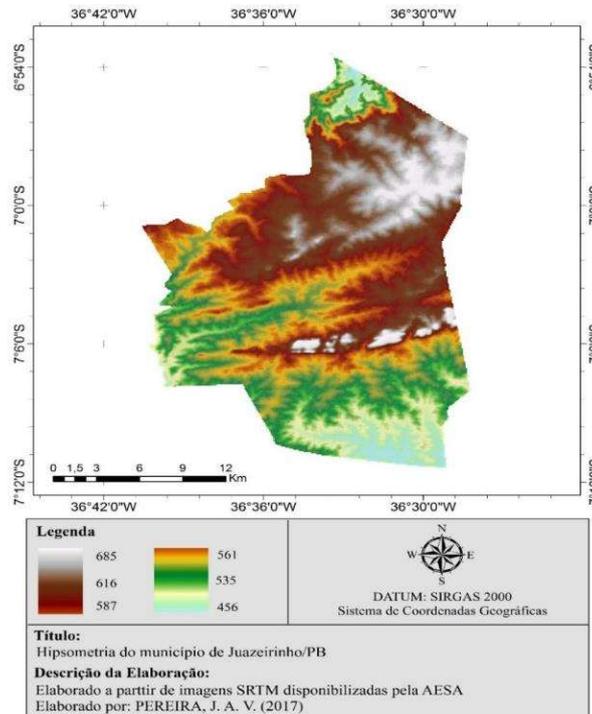
O estudo de campo foi realizado entre os meses de novembro a janeiro (2016-2017) com a finalidade de validar as informações obtidas através de imagens de satélite.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 Caracterização do relevo**

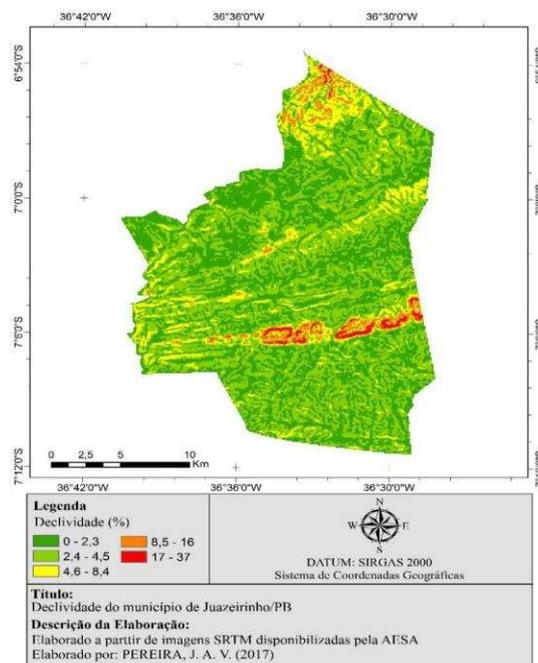
Foram identificados valores hipsométricos que variaram entre 456m a 685m, a média altimétrica encontrada foi de aproximadamente 573m acima do nível do mar (Figura 02). As áreas com maiores elevações que podem chegar a 685m estão situadas a nordeste do município, estas devido às suas maiores altitudes dificultam o uso e ocupação antrópica, e isso muitas vezes mantém preservados seus remanescentes vegetais nativos enquanto as de menores altitudes, cerca de 456m, predominam principalmente a sudeste, devido às menores declividades e por vezes possuem também pequenos cursos d'água temporários instiga-se uma maior ocupação pelo ser humano que vem a modificar a paisagem na busca de recursos para satisfazer suas necessidades.

Com relação a declividade do relevo, identificou-se valores percentuais de 0% a 37% (Figura 03). Constatou-se que no município são predominantes áreas com declividades entre 0 a 2,3% e 2,4% e 4,5%, destacando-se aquelas superiores a 17% principalmente a norte e numa estreita faixa localizada na porção central. Essa corresponde a uma região serrana, pode-se constatar dessa forma que as áreas que possuem as maiores altitudes coincidem com as que apresentaram as maiores declividades.



**Figura 2:** Hipsometria do município de Juazeirinho-PB. Fonte: autores, 2018.

Villela e Matos (1975) comentam que a declividade do terreno é quem controla boa parte da velocidade de deslocamento da água e o escoamento superficial. Ressaltam ainda que a magnitude pluvial e a maior ou menor capacidade de infiltração e suscetibilidade para a erosão dos solos, dependem da rapidez do escoamento das águas pluviais sobre o terreno.

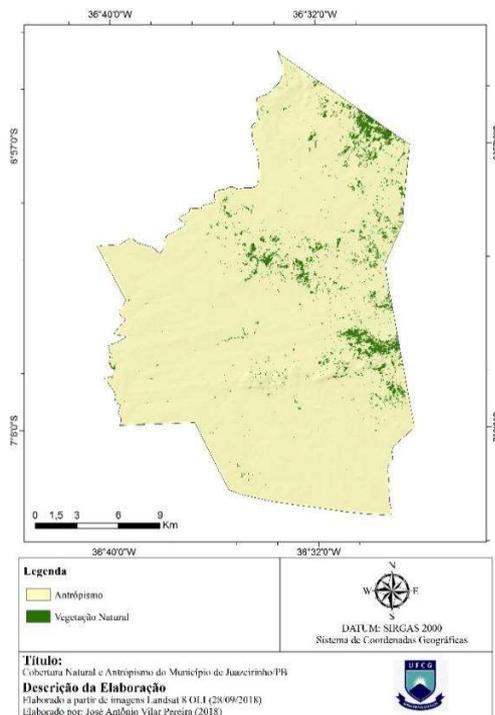


**Figura 3:** Declividade do município de Juazeirinho-PB.

Analisando em conjunto os dados dos mapas de hipsometria e declividade da área pode-se observar que a configuração do relevo é predominantemente plano a suave ondulado. As áreas com declividade de 0% a 2,3% estão associadas a hipsometria entre 561m a 616m. Aquelas com maior movimentação do relevo (declividade superior a 17%) estão associadas a altitudes que podem chegar até 685m, tal resultado não indica uma característica geral do município, pois observa-se áreas com declividade relativamente baixas, como 2,4 a 4,5% predominantes em áreas com altitudes também de 685m.

### 3.2 Caracterização do antropismo

A partir da classificação supervisionada, identificou-se as classes de Vegetação Natural, que corresponde a vegetação de porte arbóreo, e Antropismo, que sinaliza as áreas com grau de interferência humana (Figura 04). Desse modo, constatou-se que a classe que equivale ao Antropismo ocupou 463,08km<sup>2</sup>, o que corresponde a 98,75% da área do município (Tabela 01). Já a Vegetação Natural compreendeu apenas 5,85km<sup>2</sup>, o que representa um total de 1,25% da área.



**Figura 4:** Mapa de Antropismo do município de Juazeirinho-PB.

**Tabela 1:** Quantificação das Classes

Classes	2015	2015
	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Vegetação Natural	5,85	1,25
Antropismo	463,08	98,75
<b>Total</b>	<b>468,93</b>	<b>100</b>

A classe Antropismo pode ser justificada por esta encontrar-se nas áreas de menores altitudes e menores declividades, onde tem-se um maior campo de atuação das atividades humanas, dentre as quais pode-se destacar: o crescimento da mancha urbana do Município, a intensificação das atividades agropastoris, e as queimadas realizadas buscando ampliar áreas de plantio ou pastejo, caracterizando assim a agropecuária como agente de maior expressão da degradação ambiental da área.

Em campo, verificou-se que as formas de trabalho do município estão subjugadas à economia mineradora, produção industrial em “cerâmicas” e atividades agropastoris. Dentre tais pressões ambientais, percebeu-se que a influência da pecuária sinaliza a maior influência antrópica na área. Afinal, em relação a esse tipo de utilização do solo, Mariano (2011) ratifica que a bovinocultura é a atividade predominante. Nessa perspectiva, devido a elevada demanda para a manutenção desses animais, a vegetação xerófila (exemplo de cactos) serve como suporte alimentício durante os extensos períodos de “seca” (Figura 5).



**Figura 5:** Vegetação utilizada como alimentação para animais. Fonte: Antônio Pereira (2017).

Lima (2011), trabalhando com a mesma área de estudo, com o objetivo de avaliar o processo de desertificação no município de Juazeirinho entre os anos de 1990 a 2005, identificaram que no período de 15 anos as áreas ocupadas por Vegetação Densa sofreram uma redução de 19,1km<sup>2</sup> e a classe Vegetação Semi-densa 16,1km<sup>2</sup>. Apenas a vegetação herbácea apresentou aumento de 63,5km<sup>2</sup>, já a classe Solo Exposto retraiu 33,5km<sup>2</sup>.

Tais estudos permitem a produção de diagnósticos ambientais e nestes as geotecnologias tornam-se uma das principais e mais viáveis ferramentas para a coleta de dados, planejamento, gestão e acompanhamento de modificações. A utilização do Geoprocessamento e do Sensoriamento Remoto na obtenção de imagens da superfície terrestre a longas distâncias, na geração de modelos digitais de elevação (MDE), e na estimativa da vegetação da superfície tornam-se imprescindíveis para compreensão da dinâmica ambiental pois viabilizam a exploração de informações em diferentes escalas de análise, permitindo a criação de medidas que viabilizem o uso dos recursos naturais terrestres, em termos de qualidade e quantidade o que pode vir a gerar uma acentuação ou minimização de impactos (LIMA, SILVA & DUARTE, 2017).

Deve-se portanto buscar soluções para a preparação, adaptação e convívio da população sertaneja, inserida no bioma Caatinga, que está submetida às flutuações normais da semiaridez ou a eventos climáticos extremos, reduzindo sua vulnerabilidade, e estabelecendo do ponto de vista epistemológico os preceitos do discurso de convivência sustentável com o semiárido, analisando estratégias de convivência que os permita utilizar os recursos do meio sem degradar o ambiente natural (MACIEL & PONTES, 2015).

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Foram identificados valores hipsométricos que variaram entre 456m a 685m, a média altimétrica encontrada foi de aproximadamente 573m acima do nível do mar. Com relação a declividade identificou-se valores percentuais que variaram de 0% a 37%, onde são predominantes áreas com declividades entre 0 a 2,3% e 2,4% e 4,5%, pode-se constatar dessa forma que as áreas que possuem as maiores altitudes coincidem com as que apresentaram as maiores declividades.

Verificou-se que a classe que equivale ao Antropismo ocupou 463,08km<sup>2</sup>, o que corresponde a 98,75% da área do município. Já a Vegetação Natural compreendeu apenas 5,85km<sup>2</sup>, o que representa um total de 1,25% da área.

Pode-se constatar que às áreas de maiores altitudes e declividades dificultam o uso e ocupação antrópica, e isso muitas vezes mantém preservados seus remanescentes vegetais nativos obtendo assim uma menor porcentagem da redução de cobertura vegetal, enquanto as de menores altitudes, devido às menores declividades e por vezes possuírem também pequenos cursos d'água temporários são mais susceptíveis a um maior uso e ocupação da superfície pelo ser humano.

## REFERÊNCIAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, 2016. **GeoPortal**. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/shapes.html>>. Acesso em: 27 maio de 2015.

ALLEN, R. G.; TREZZA, R; TASUMI, M., 2002. **Surface energy balance algorithms for land**, 1ª ed. Advance training and users manual.

ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, p.1-13, 22 ago. 2008.

ARAÚJO, E. D. S. **Sensoriamento Remoto na Análise das Mudanças Ambientais na Cidade de Campina Grande-PP**. 2015. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande/PB, 2015.

EVANGELISTA, A. R. S. **O desmatamento do Bioma Caatinga no Semiárido Bahiano: uma análise ecodinâmica**. 2011. Disponível em: <<http://www.uesb.br/eventos/ebg/anais/4g.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2018.

Fundação Joaquim Nabuco - FUNDAJ. **Atlas das Caatingas**. 2015 Disponível em:&lt;[http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com\\_content&amp;view=article&amp;id=4870&amp;Itemid=800](http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=4870&amp;Itemid=800)&gt;. Acesso em: Jan. de 2018

HUETE, A. R. Adjusting vegetation indices for soil influences. **International Agrophysics**, V 4, nº 4., p. 367-376, 1998.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017. **Cidades**. Disponível em: &lt;<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=pb> &gt;. Acesso em: 28/01/2017.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Universitária da Ufpe, 2003. 822 p.

LIMA, F.N.; SILVA, J.B.; DUARTE, S.M.A. Caracterização ambiental da sub-bacia do rio Taperoá – Paraíba. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v.13, n.2, maio/ago, 2017.

MACIEL, C.A.A.; PONTES, E. T. M. **Seca e convivência com o semiárido**. Adaptação ao meio e Patrimonialização da caatinga no Nordeste brasileiro. Rio de Janeiro, Consequência Editora, 2015.

RODRIGUEZ, J. L (Coord.). **Atlas Escolar Paraíba: Espaço Geo-Histórico e Cultural**. 4ª ed. João Pessoa: Grafset, 2012.

SISTEMA GEOLÓGICO DOS ESTADOS UNIDOS – USGS, 2016. Disponível em: <[http://landsat.usgs.gov/Landsat8\\_Using\\_Product.php](http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php)> Acesso em: 20 de fev. 2016.

SILVA, I. T. **O Espaço Comercial de Juazeirinho-PB**: a dinâmica dos comércios fixo e periódico de confecções de uma pequena cidade. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Geografia) Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012.

VILLELA, S. M. & MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: Editora Mc Graw Hill, 1975. 245p.