

## **ANÁLISE TEMPORAL DA VEGETAÇÃO NA SUB-BACIA DO RIO DO PEIXE, PARAÍBA/BRASIL**

Gleyton Lopes Barboza Lacerda<sup>1</sup>; Lílian de Queiroz Firmino<sup>2</sup>; Rayanne Maria Galdino Silva<sup>3</sup>; Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, gleytonlb@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, nailil\_2008@hotmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, rayannemaria2014@gmail.com*

<sup>4</sup>*Univrsidade Federal de Campina Grande – UFCG, virginia.fbnogueira@gmail.com*

**Resumo:** As regiões semiáridas são bastante afetadas com os eventos climáticos, uma das regiões mais susceptíveis é o sertão paraibano, onde a flora local é potencialmente modificada. A análise ambiental da Sub-Bacia do Rio do Peixe por meio de geotecnologias se faz necessário para buscar uma melhor compreensão das decorrentes mudanças que ocorrem na vegetação nativa local. O presente estudo tem por objetivo analisar as alterações na Biomassa Vegetal da Bacia do Rio do Peixe nos anos de 1989, 2001 e 2011 por meio de uma relação com eventos climáticos, sendo estes, a Precipitação Média Anual, Precipitação Média Mensal para o mês de agosto, o El Niño e o La Niña. Os dados de precipitação anual média para os anos de 1989, 2001 e 2011 e os dados de precipitação mensal para o mês de agosto dos referidos anos foram retirados da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) e da Agência Executiva de Gestão das Águas no Estado da Paraíba (AESAs) e, em seguida, organizados em uma tabela para análise. O estudo das participações dos fenômenos do El Niño e La Niña na biomassa vegetal se fará pela interpretação de tabelas e registro históricos, de modo a se obter a possível sobreposição dos registros dos fenômenos com os anos de 1989, 2001 e 2011. Os mapas de representação da biomassa vegetal foram gerados para serem relacionados aos resultados obtidos na interpretação dos eventos climáticos avaliados.

**Palavras-chave:** Biomassa Vegetal, Geotecnologias, Sertão Paraibano.

## INTRODUÇÃO

O Estado da Paraíba possui cerca de 80% da sua área total inserida no semiárido nordestino, apresentando altas disparidades pluviométricas (AZEVEDO e SILVA, 2004). A delimitação do semiárido evidencia três critérios básicos, sendo estes o índice pluviométrico, o índice de aridez e o risco de seca (BRASIL, 2015).

Sabe-se que as regiões semiáridas são mais susceptíveis aos efeitos ambientais que podem ser associados em sua grande maioria as mudanças climáticas. Se torna de extrema importância quantificar e estudar essa vulnerabilidade assim como intervir com medidas de mitigação que promovam a sustentabilidade local e regional.

O estudo ambiental da sub-bacia do Rio do Peixe por meio de geotecnologias se faz necessário para buscar uma melhor compreensão dos fatores climatológicos regionais e globais que influenciam diretamente a composição da vegetação nessa área, contribuindo também para o entendimento de uma série de questões sociais e econômicas da região.

A análise ambiental da vegetação pode ser feita através do processamento digital de imagens capturadas pelo sensoriamento remoto de satélites, tecnologia utilizada em inúmeras áreas da engenharia, na geografia física, dentre outros. Um dos principais tipos de imagem obtidos por técnicas de processamento digital de imagens de sensoriamento remoto são os índices de vegetação, que é mais conhecido e citado na literatura como Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI). Segundo Campbell (1996), os índices de vegetação são valores quantitativos baseados em números digitais (ND) associados à quantidade de biomassa vegetal ou ao vigor da cobertura vegetal.

O princípio físico dos índices de vegetação é atribuído à absorção pela clorofila, da radiação na região espectral do vermelho e a reflectância pelas folhas das plantas, da radiação na região do infravermelho próximo.

A precipitação média anual tem uma grande associação com as alterações que ocorrem na biomassa vegetal e no próprio ecossistema local. A Bacia do Rio do Peixe está devidamente localizada no semiárido do Nordeste do Brasil, caracteriza-se principalmente por duas estações climáticas: a seca (estiagem) e a chuvosa. A estação chuvosa ou período de chuvas ocorre nos primeiros meses do ano, sendo propícia a grande variabilidade espacial e temporal.

A pluviometria média anual da Bacia do Rio do Peixe segundo observações efetuadas nas estações de Cajazeiras Sousa e Pombal resulta em valores respectivos de 880,6, 783,9 e

730,1 mm. A distribuição das chuvas durante o ano, conforme acima mencionado, apresenta-se de modo irregular no espaço e no tempo. Em Cajazeiras 78,4% do total das chuvas concentra-se em 4 meses (janeiro a abril), em Pombal 75,5% e em Souza 78,7% para o mesmo período (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2005).

O Nordeste do Brasil (NEB) é uma das regiões em que se observa a ocorrência de anomalia de precipitação, em associação aos padrões oceânicos e atmosféricos anômalos provocados pelo aparecimento dos eventos El-Niño/Oscilação Sul (ENOS) (KOUSKY et al., 1984).

Segundo Vianello et al. (2001), a ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña está associada com secas e enchentes no NEB respectivamente, afetando principalmente a região semiárida onde a população depende exclusivamente das chuvas para o seu sustento. O El Niño pode estar associado a precipitação em todo Brasil na primavera-verão e secas severas no Nordeste do Brasil, já o La Niña pode se associar principalmente ao aumento das precipitações e vazões de rios no Nordeste do Brasil.

O presente estudo tem por objetivo analisar as alterações na Biomassa Vegetal da Sub-Bacia do Rio do Peixe nos anos de 1989, 2001 e 2011 associando-as a eventos climáticos, sendo estes, a Precipitação Média Anual, Precipitação Média Mensal para o mês de agosto, o El Niño e o La Niña.

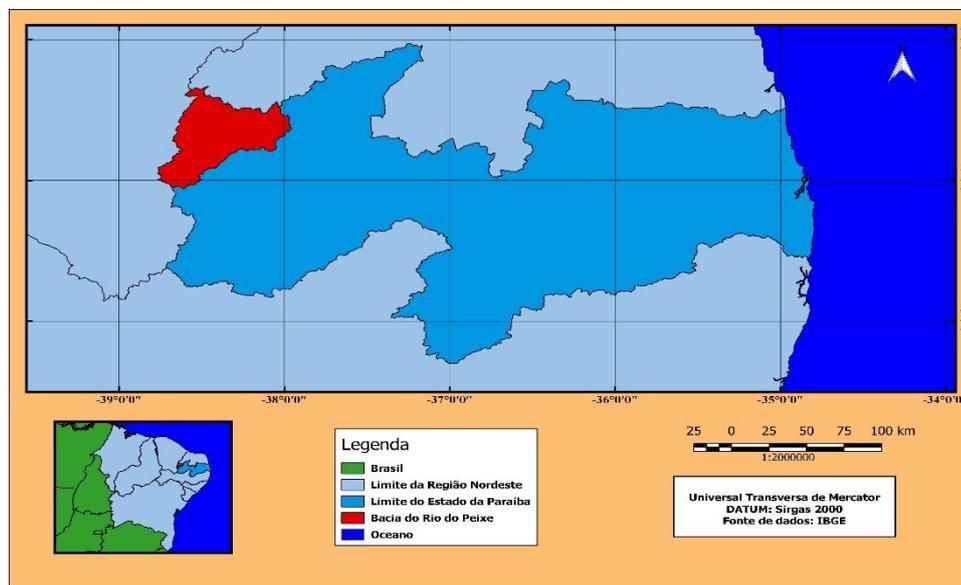
## **METODOLOGIA**

### **Caracterização da área de estudo**

A Bacia Rio do Peixe situa-se no Estado da Paraíba, no Sertão Paraibano. Apresenta como drenagem principal o Rio do Peixe e possui área de drenagem de 3420,84 Km<sup>2</sup> (ANDRADE, 2016). A Bacia Rio do Peixe compreende a sede de 17 municípios paraibanos, dentre os quais os mais representativos, em termos populacionais, são: Sousa, com 28,74% da população total da sub-bacia; seguido de Cajazeiras, com 25,6% da sub-bacia; e de São João do Rio do Peixe, com 8,14% da população da sub-bacia. Os outros municípios são: Aparecida, Bernadino Batista, Bom Jesus, Cachoeira dos Índios, Lastro, Poço Dantas, Poço de José de Moura, Pombal, Santa Helena, Santarém, São Francisco, Triunfo, Uiraúna e Veirópolis (ANDRADE, 2016).

A área da Bacia do Rio do Peixe tem uma vegetação tipicamente de caatinga arbóreo arbustivo, denso, caracterizado por possuírem vegetais de aspectos raquíticos lenhoso, composto de arbustos e subarbustos espinhosos, que bem se adaptam ao clima semiárido típico da região. Dentre as espécies mais frequentes ocorrem: aroeira, catingueira, facheiro, jurema, mofumbo, pinhão-bravo, xique-xique e imburana. Na área correspondente aos leitos e margens dos cursos de água da região é comum a ocorrência de freatófitas, distinguindo-se a carnaubeira e a Oiticica (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2005).

Figura 1- Mapa de localização da Bacia do Rio do Peixe.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

## Aparato de Estudo

Na elaboração dos mapas de representação da biomassa vegetal utilizou-se o software QGis 2.14.11, imagens multiespectrais da referida área para os anos de 1989, 2001 e 2011 por meio do satélite LandSat 5, sensor TM, com 8 bits de resolução radiométrica e 30 metros de resolução espacial, e camada shapefile do perímetro da bacia. Todas as imagens foram capturadas no mês de agosto de cada ano, pelo fato que a vegetação nesse período se apresenta como subsistente ou adaptada ao período de estiagem, de modo que seu grau de deformação é mais lento que nas épocas de chuvas onde o afloramento vegetal se propaga rapidamente, assim, a análise temporal da variabilidade da biomassa vegetal será mais realista e confiável para devidas comparações e/ou associações. O arquivo shapefile do perímetro da bacia e todas as outras camadas vetoriais necessárias para o estudo foram retiradas do site

eletrônico do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). As imagens multiespectrais foram adquiridas gratuitamente do site eletrônico Earth Explorer pertencente ao Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS).

Os dados de precipitação anual média para os 1989, 2001 e 2011 e os dados de precipitação para o mês de agosto de cada ano foram retirados da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) e da Agência Executiva de Gestão das Águas no Estado da Paraíba (AESA). Os dados de precipitação média anual são disponibilizados conforme uma série histórica.

A análise dos fenômenos do El Niño e La Niña no índice vegetativo se fará pela interpretação de tabelas de registro históricos, de modo a se obter a possível sobreposição dos registros históricos desses eventos com os anos de 1989, 2001 e 2011. Os dados históricos foram retirados da página do CPTEC/INPE.

### **Processamento digital para geração dos mapas de representação da biomassa vegetal**

A representação em mapas da biomassa vegetal para cada ano foi feita através do cálculo de NDVI e posterior reclassificação das imagens, ambos elaborados em processos digitais do software Qgis 2.14.11.

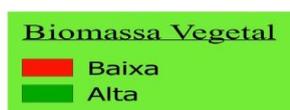
O processamento digital se inicia com a escolha das bandas brutas, sendo que para geração do índice vegetativo ou NDVI com imagens do LandSat 5 utiliza-se a bandas 4 e 3, que correspondem ao infravermelho próximo e vermelho próximo respectivamente, sabendo que cada banda representa uma faixa do espectro eletromagnético captada pelo satélite. As imagens foram reprojatadas para sistema de coordenadas geográficas sirgas 2000 zona 24S, em seguida foi gerada a reflectância e recorte da imagem utilizando o complemento SCP (Semi-Classification Plugin) do Qgis. Tendo posse da imagem para cálculo do NDVI, aplica-se a seguinte equação:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{Banda4} - \text{Banda3}}{\text{Banda4} + \text{Banda3}}$$

O NDVI gerado atribuirá valores de classes de pixels entre -1 e 1. Nas propriedades da camada na aba estilo pode ser trabalhado o realce. Escolhe a opção de renderização banda simples falsa cor, em seguida os valores de mínimo e máximo são carregados na opção corte contagem cumulativa e na precisão real.

A nova imagem já realçada pode ser então reclassificada pelo algoritmo r.reclass. Os mapas de representação da biomassa vegetal para os anos de 1989, 2001 e 2011 foram gerados logo após o procedimento de reclassificação da imagem. A reclassificação foi feita em duas classes características que estão associadas a intensidade da biomassa vegetal.

Figura 2- Classificação da intensidade vegetativa



Fonte: Elaborado pelo Autor.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Interpretação dos dados de precipitação

Analisando a os dados da tabela 1, percebe-se uma grande variabilidade de chuvas na sub-bacia do Rio do Peixe.

Tabela 1- Valores de Precipitação média anual da bacia Rio do Peixe.

Precipitação Média Anual (mm)					
1960	-	1980	816,77	2000	939,63
1961	-	1981	689,93	2001	553,09
1962	765,66	1982	614,42	2002	817,56
1963	1238,88	1983	399,17	2003	757,05
1964	1189,11	1984	918,32	2004	1127,21
1965	1025,51	1985	1673,19	2005	649,01
1966	820,12	1986	1110,96	2006	933,05
1967	1240,70	1987	733,18	2007	750,45
1968	952,43	1988	856,81	2008	1268,80
1969	841,77	1989	1250,41	2009	1083,86
1970	694,79	1990	582,34	2010	988,47
1971	1056,35	1991	897,16	2011	1245,69
1972	914,69	1992	758,95	2012	345,17
1973	1074,87	1993	336,45	2013	837,13
1974	1666,21	1994	979,92	2014	811,63
1975	1135,37	1995	857,11	2015	679,60
1976	742,54	1996	928,75	-	-
1977	1258,42	1997	791,94	-	-
1978	944,08	1998	469,51	-	-
1979	730,17	1999	832,10	-	-

Fonte: Adaptado AESA (2018) e EMPARM (2018).

Pela tabela 2 os anos de 1989 e 2011 apresentaram valores de precipitação superiores à média pluviométrica, respectivamente 39,0 e 38,5% a mais do que era esperado para o ano.

Por meio de informações contidas na Tabela 1, as precipitações de 1989 e 2011 estão entre as maiores já registradas ao longo de 53 anos. Na análise da Tabela 1 o ano de 2011 veio de uma sequência de anos de bem chuvosos (2008, 2009 e 2010), enquanto que no ano 1989 a situação é contrária, as precipitações para os anos de 1987 e 1988 se encontraram abaixo da média pluviométrica anual.

Para o ano de 2001, a interpretação da Tabela 2 revela um valor de déficit bastante expressivo, a precipitação média anual para esse ano foi 38,5 % abaixo da média pluviométrica para o ano. Pela Tabela 4, observa-se que de 1997 a 2003 apenas o ano de 2000 choveu acima da média registrando 939,63 mm.

Tabela 2- Valores de precipitação média anual, média pluviométrica e desvios padrões da bacia do Rio do Peixe para os anos de 1989, 2001 e 2011.

<b><u>ANO</u></b>	<b>Precipitação Média Anual (mm)</b>	<b>Média Pluviométrica (mm)</b>	<b>Desvio (%)</b>	<b>Desvio (mm)</b>
<b>1989</b>	1250,41	899,56	<b>39,0</b>	<b>350,85</b>
<b>2001</b>	553,09	899,56	<b>-38,5</b>	<b>-346,47</b>
<b>2011</b>	1245,89	899,56	<b>38,5</b>	<b>346,3</b>

Fonte: Adaptado AESA (2018).

Na análise da Tabela 3 nota-se que não houve chuvas expressivas para o mês de agosto dos anos estudados, sendo que apresentaram chuvas abaixo da média pluviométrica para o mês. Vale ressaltar que o para mês de agosto de 2001 houve um desvio de 83,1% abaixo da média pluviométrica esperada para o mês.

Tabela 3- Valores de precipitação média mensal, média pluviométrica e desvios padrões da bacia do Rio do Peixe para o mês de agosto de 1989, 2001 e 2011.

<b><u>ANO</u></b>	<b>Precipitação Média Mensal (mm)</b>	<b>Média Pluviométrica (mm)</b>	<b>Desvio (%)</b>	<b>Desvio (mm)</b>
<b>1989</b>	4,7	5,9	<b>-20,3</b>	<b>-1,2</b>
<b>2001</b>	1,0	5,9	<b>-83,1</b>	<b>-4,9</b>
<b>2011</b>	3,2	5,9	<b>-45,8</b>	<b>-2,7</b>

Fonte: Adaptado AESA (2018).

### **Registros históricos do El Niño e do La Niña**

Figura 4- Registros históricos dos fenômenos El Niño e La Niña.

Ano	Fenômeno	Ano	Fenômeno
1970	La Niña	1992	El Niño
1971	La Niña	1993	El Niño
1972	El Niño	1994	El Niño
1973	El Niño	1995	La Niña
1974	La Niña	1996	La Niña
1975	La Niña	1997	El Niño
1976	La Niña	1998	El Niño
1977	El Niño	1999	La Niña
1978	Neutro	2000	Neutro
1979	EL Niño	2001	La Niña
1980	El Niño	2002	Neutro
1981	Neutro	2003	El Niño
1982	El Niño	2004	El Niño
1983	El Niño	2005	El Niño
1984	La Niña	2006	El Niño
1985	La Niña	2007	La Niña
1986	El Niño	2008	La Niña
1987	El Niño	2009	El Niño
1988	El Niño	2010	El Niño
1989	La Niña	2011	Neutro
1990	Neutro	2012	La Niña
1991	El Niño		

Fonte: CPTEC (2012).

Nota: Em negrito encontram-se destacados todos aqueles períodos nos quais os fenômenos El Niño e La Niña foram considerados como fortes/severos. Os que não se encontram em negrito foram considerados entre moderado e fraco.

Tabela 4- Distribuição das ocorrências dos fenômenos El Niño e La Niña.

		El Niño			La Niña		
		Intensidade			Intensidade		
		Forte	Moderada	Fraca	Forte	Moderada	Fraca
ANO	1989				X		
	2001					X	
	2011	<i>NEUTRO</i>					

Fonte: Adaptado CPTEC (2012).

Por meio das informações obtidas e pela avaliação da tabela 4 pode-se constatar que anos de 1989 e 2001 se manifestaram o fenômeno do La Niña em intensidade forte e moderada respectivamente. Tal fenômeno possivelmente teve participação nos relatos de precipitações intensas na Região Nordeste no ano de 1989, influenciando diretamente no afloramento da biomassa vegetal.

No ano de 2001 o fenômeno atuou moderadamente, esse fato pode ter provocado uma menor incidência de chuvas na bacia e uma maior susceptibilidade a indícios de secas, dessa forma a precipitação média anual foi um forte indicativo das alterações na vegetação.

O ano de 2011 apresentou neutralidade quanto à atuação dos fenômenos, a neutralidade ocorre quando não há registro de nenhum dos eventos no período, dessa forma o

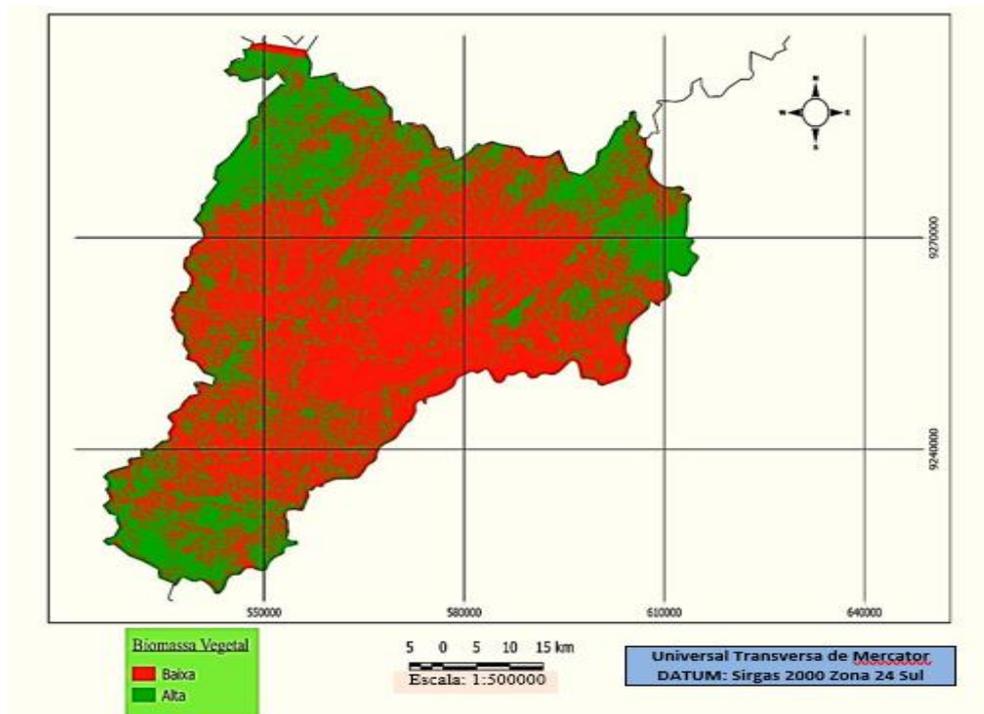
fator de precipitação média teve maior influência no afloramento vegetal.

### Relação da biomassa vegetal com os eventos climáticos avaliados

No mapa da Figura 5 percebe-se que a biomassa vegetal para mês de agosto de 1989 foi bastante intensa e bem distribuída, principalmente nos limites nordeste e noroeste da sub-bacia.

Foi constatado que, a precipitação média anual registrada foi uma das mais representativas ao longo de 53 anos (1250,41 mm), e que o fenômeno climático ocorrido no ano foi o La Niña de forte intensidade, podendo o relacionar esse evento a intensa precipitação registrada no ano e consequentemente a um maior afloramento vegetal para o período.

Figura 5- Mapa de representação da biomassa vegetal para o mês de agosto de 1989.



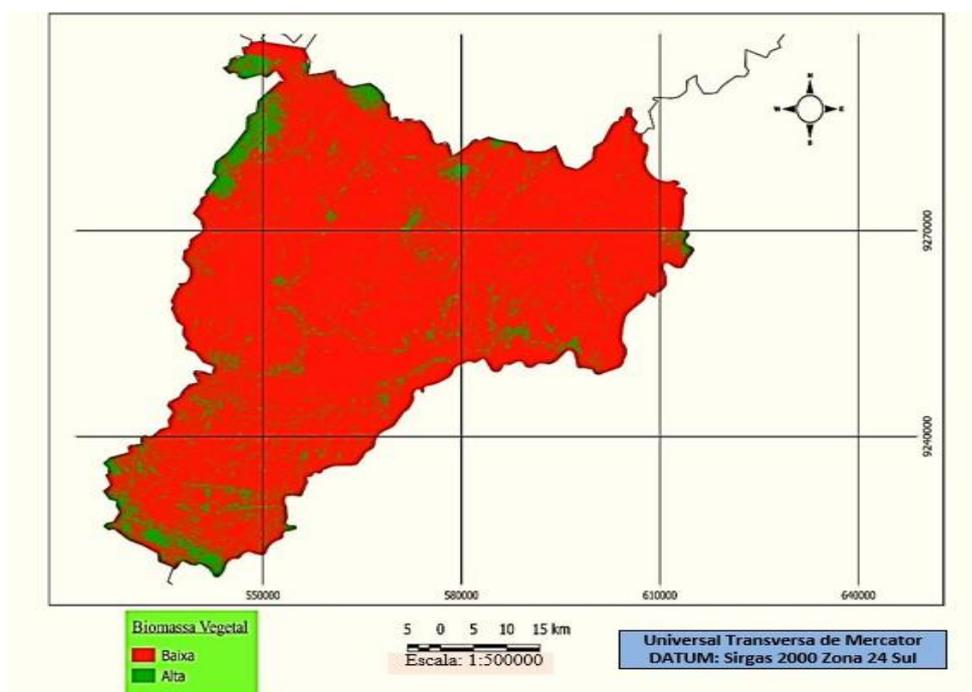
Fonte: Elaborado pelo Autor.

O mapa da Figura 6 apresentou uma redução brusca na biomassa vegetal no mês de agosto de 2001 quando comparado a agosto de 1989. A precipitação média anual para o ano de 2001 foi 38,5% abaixo da média pluviométrica e que o mesmo ano foi antecedido de vários anos com precipitações insuficientes, sendo que no intervalo de 1989 a 2001 sete anos

registraram precipitações abaixo do esperado. Essas constatações comprovam que valores de precipitação abaixo/acima da média pluviométrica ou alterações bruscas no regime de chuva provocam impactos significativos na biomassa vegetal local.

O fenômeno climático ocorrido no ano de 2001 foi o La Niña de intensidade moderada, sendo que existe a possibilidade desse evento não ter provocado grande impacto no regime de chuvas, mesmo que discutido cientificamente a associação desse evento as épocas de chuva na Região Nordeste.

Figura 6- Mapa de representação da biomassa vegetal para o mês de agosto de 2001.

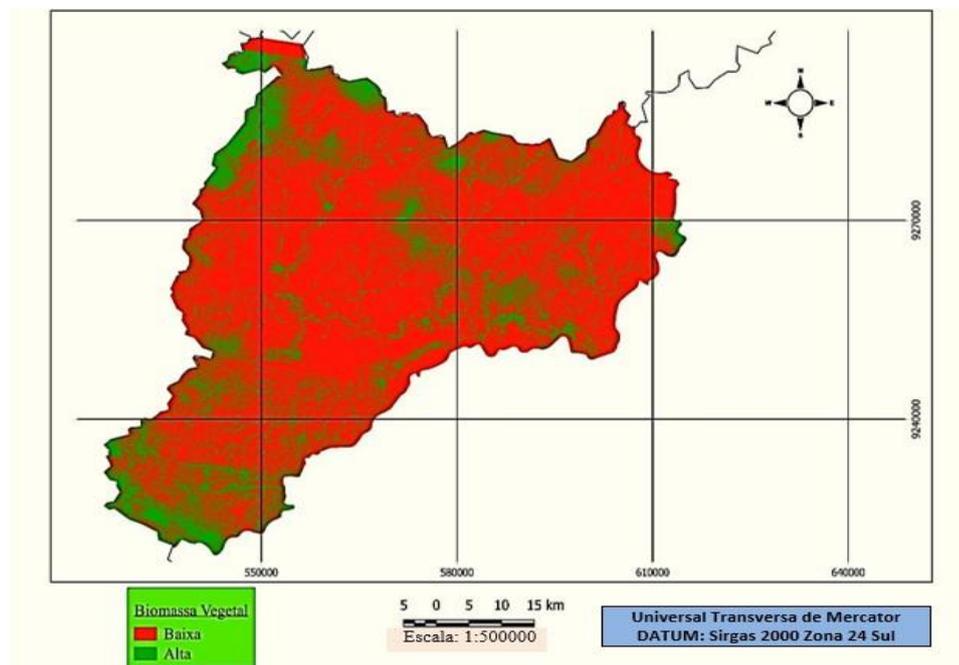


Fonte: Elaborado pelo Autor.

A biomassa vegetal representada na Figura 7 para o mês de agosto de 2011 demonstrou um aumento significativo quando comparado a biomassa vegetal para o mês de agosto de 2001, esse fato tem uma forte influência dos eventos avaliados. A precipitação média anual foi de 1245,89 mm, precipitação bem superior à média pluviométrica (899,56 mm), vale ressaltar também que o ano 2011 veio de uma sequência de três anos com precipitações acima da média. Nesse mesmo ano foi registrado uma das maiores precipitações em 53 anos.

A neutralidade quanto aos fenômenos do El Niño e La Niña para o ano de 2011 descarta uma possível participação direta desses eventos nas alterações relacionadas a biomassa vegetal e ao regime de chuvas na sub-bacia.

Figura 7- Mapa de representação da biomassa vegetal para o mês de agosto de 2011.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

## CONCLUSÕES

Determinado os resultados da interpretação dos eventos climáticos do estudo e os mapas de biomassa vegetal para o mês de agosto de 1989, 2001 e 2011 pode-se chegar às seguintes conclusões:

Os mapas de representação da biomassa vegetal foram uma importante ferramenta para conhecer, estudar e avaliar as modificações relacionadas a vegetação da Sub-Bacia do Rio do Peixe numa escala de tempo pontual. O estudo foi realizado em anos fixos (1989, 2001 e 2011) e não numa série histórica (exemplo: 1989 à 2011), vindo posteriormente a influenciar e incentivar o meio científico e acadêmico a realizar estudos com maiores escalas temporais, sendo estas fixas ou em uma série histórica.

A análise temporal da vegetação foi atendida, podendo concluir que as disparidades na biomassa vegetal da Sub-Bacia do Rio do Peixe se relacionaram na sua grande maioria com os eventos climáticos avaliados no estudo, sendo assim demonstradas algumas de suas interações.

## REFERÊNCIAS

AESA – AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS NO ESTADO DA PARAÍBA. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>>. Acesso em: 15 Jan. 2018.

ANDRADE, Rosenai Pedro Leite. **Análise das secas na bacia do rio do peixe através de índice relacionado à vazão** – SRI. Trabalho de Conclusão do Curso – Universidade Federal da Paraíba. Joao Pessoa, Novembro de 2016.

AZEVEDO, P. V.; SILVA, V. P. R. Índice seca para a microrregião do agreste da Borborema no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.9, n.1, p. 66-72, 1994.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional/SDR. **Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial para Redelimitação do Semi-árido Nordeste e do Polígono das Secas**. Brasília, DF, 2005. p.118.

CAMPBELL, J. B. **Introduction to Remote Sensing**. Guilford Press, New York , 622p, 1996.

CPTEC – CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/referencias/pt>> Acesso em: 19 Dez. 2017.

EMPARM – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE. Disponível em: <<http://187.60.73.143:8181/monitoramento/monitoramento.php>>. Acesso em: 15 Jan. 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Geociências. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/downloads-geociencias.html>>. Acesso em: 20 Fev. 2018.

KOUSKY, V. E. & GAN, M. A. (1981). **Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic**. Tellus, v.33, p.538-551.

MCKEE, T. B., DOESKEN , N. J. e KLEIST, J. **The relationship of drought frequency and duration to time scales**, In: Eighth Conference on Applied Clomatology, Anaheim, California, 1993.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Hidrogeologia da bacia sedimentar do rio peixe**. Julho, 2005.

USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 22 Fev. 2018.

VIANELLO, R. L; FERREIRA, N. J; OLIVEIRA, L. L. (2001). **Meteorologia Fundamental**, Edifapes. Erechim – RS.