

Vulnerabilidade Climática RCP 4.5 e RCP 8.5 dos Municípios de Betânia, Floresta e Itacuruba no Sertão de Pernambuco, Brasil

Rayanna Barroso de Oliveira Alves ¹, Hernande Pereira da Silva ²

¹²Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE, Av. Prof. Luís Freire, 500 - Cidade Universitária, Recife – PE, rayannabarroso@hotmail.com ²Universidade Federal Rural de Pernambuco, R. Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife – PE, hernandepereira@yahoo.com.br

RESUMO

O cenário climático no Brasil vem ocasionando o aumento da temperatura e alterações na distribuição de extremos climáticos, tais como seca, estiagem, enchentes e inundações. Os estudos ambientais e de vulnerabilidade populacional referentes a esse tema estão em constante desenvolvimento. Sendo assim, no presente estudo foi analisado o índice climático no que diz respeito as áreas sob risco de processo à desertificação, com as projeções das anomalias climáticas RCP 4.5 e RCP 8.5 dos municípios de Betânia, Floresta e Itacuruba, os quais estão inseridos no Sertão do estado de Pernambuco, a fim de verificar, em cenários futuros, a intensidade das alterações do clima, os processos de desertificação e suas influências na população desses municípios. Os resultados indicam que os três municípios sofrerão aumentos na temperatura e diminuição da precipitação, possuindo vulnerabilidade social alta para o RCP 4.5 e muito alta para o RCP 8.5.

Palavras-chave — Mudanças Climáticas, Desertificação, Anomalias Climáticas, Vulnerabilidade Socioambiental

ABSTRACT

The climatic scenario in Brazil has caused an increase in temperature and changes in the distribution of climatic extremes, such as drought, drought, floods and floods. The environmental and population vulnerability studies related to this theme are in constant development. Thus, the present study analyzed the human vulnerability index to climate change in areas at risk of desertification, with the projections of climatic anomalies RCP 4.5 and RCP 8.5 of the municipalities of Betânia, Floresta and Itacuruba, the which are inserted in the Sertao of the state of Pernambuco, in order to verify, in future scenarios, the intensity of climate changes, desertification processes and their influence on the population of these municipalities. The results indicate that the three municipalities will suffer increases in temperature and decrease of precipitation, having a high social vulnerability for CPR 4.5 and very high for CPR 8.5.

Key words — Climate Change, Desertification, Climate Anomalies, Social and Environmental Vulnerability

1. INTRODUÇÃO

As Projeções de mudanças no sistema climático são feitas utilizando uma hierarquia de modelos climáticos que variam modelos simples de clima, a modelos de complexidade intermediária. Esses modelos simulam mudanças com base em um conjunto de cenários de forçantes antrópicas, chamado RCPs (Representative Concentration Pathways) [1].

Na projeção RCP 4.5 as emissões de metano são estabilizadas e há um leve aumento nas emissões de dióxido de carbono até 2010. Atrelada a isso, com a estabilização da demanda energética mundial, essa projeção é congruente com políticas públicas climáticas precisas, programas de reflorestamento precisos [2].

O cenário RCP 8.5, é mais pessimista: as emissões de CO₂ serão altas e resultantes de um crescimento contínuo e desordenado da população agregada a um desenvolvimento tecnológico lento, não havendo mudanças políticas para redução dessas emissões e forte dependência de combustíveis fósseis [3].

Sendo assim, os cenários climáticos RCP 4.5 e RCP 8.5 possuem emissões e concentração de gases de efeito estufa, onde há alterações na temperatura e precipitação, onde a projeção 4.5 indica intensidade média de emissão – cenário de estabilidade - e a projeção 8.5 alta emissão - cenário pessimista [4].

As avaliações dos impactos das mudanças do clima colocam o Nordeste do Brasil em estado de alerta, pois a vulnerabilidade ambiental e social dessa região é alta e há uma grande frequência no número de casos de eventos extremos como a seca e estiagem. Sendo assim, nas zonas semi-áridas o manejo inadequado dos recursos naturais atrelado as ações antrópicas leva ao fenômeno conhecido como desertificação [5].

As áreas sobre o clima semiárido, as quais têm a predominância do bioma de caatinga, apresenta alta vulnerabilidade climática à desertificação diante dos cenários de mudanças climáticas projetados, constituindo um desafio para o planejamento e a gestão ambiental no Brasil [6].

Desde a década de 60, o processo de desertificação no Estado de Pernambuco vem sendo estudado e, para tal, o núcleo de desertificação com áreas em alto índice de degradação é o de Cabrobó, o qual é formado pelos municípios de Parnamirim, Salgueiro, Cabrobó, Belém do São Francisco, Itacuruba e Floresta [7].

Sendo assim, as técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto vêm sendo utilizados para acompanhar as secas e delimitar áreas degradadas que são susceptíveis aos processos de desertificação, contribuindo para análises a fim de monitorar de forma contínua as áreas afetadas e desenvolver ações ambientais preventivas.

Com isso, o presente artigo faz parte do trabalho desenvolvido pela autora em sua dissertação de mestrado e vem a calcular o Índice Climático com projeções de cenários climáticos RCP 4.5 e RCP 8.5, o qual permite a avaliação da vulnerabilidade ambiental, onde poderá ser indicado e estimado danos potenciais relativos à desertificação e mudanças climáticas nos municípios de Betânia, Floresta e Itacuruba no Estado de Pernambuco, Brasil.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Localização da Área de Estudo

A área estudada está localizada no semi-árido pernambucano, nas mesorregiões do Sertão Pernambucano e do São Francisco Pernambucano. Os municípios localizam-se de acordo com a Figura 1.

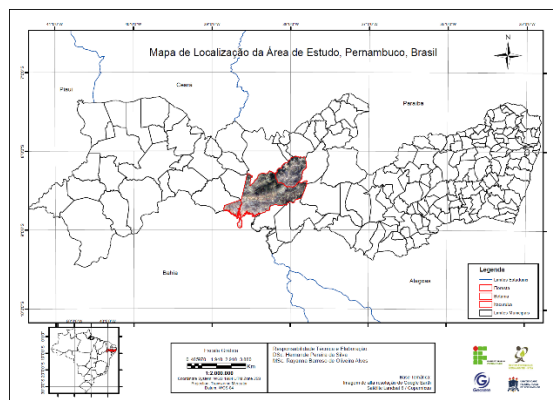


Figura 1: Localização da área de estudo.
Fonte: Autor.

2.1.1 Município de Betânia

O município de Betânia está presente no bioma caatinga, possui uma área total de 1.244,074 km² com população de 12.003 habitantes e está localizado na parte setentrional da microrregião Pajeú, porção norte do Estado de Pernambuco: Latitude: 8° 16' 31" Sul, Longitude: 38° 2' 15" Oeste [8].

A vegetação é composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia. Está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja. O clima é do tipo Tropical Semi-Árido, com chuvas de verão [9].

2.1.2 Município de Itacuruba

Itacuruba está localizada na mesorregião do Sertão do São Francisco e microrregião do Sertão de Itaparica, está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja. O clima é do tipo Tropical Semi-Árido e bioma Caatinga:

Latitude: 8° 49' 6" Sul, Longitude: 38° 41' 57" Oeste. Apresenta uma população de 4.369 habitantes e uma extensão territorial de 430,038 km² [10].

A vegetação é xerófila, alternando em meses secos como sendo caducifólia com pequenas intrusões de xerofitismo [11].

2.1.3 Município de Floresta

“O município de Floresta está localizado na mesorregião do São Francisco Pernambucano e microrregião do Sertão de Itaparica: Latitude: 8° 35' 55" Sul, Longitude: 38° 33' 50" Oeste” [12].

A vegetação predominante no município de Floresta é a caatinga hiperxerófila [13], ocorrendo também trechos de floresta caducifólia nos ambientes de serras [14].

2.2 Índice Climático

O Índice Climático (IC) foi calculado baseado nas variáveis de temperatura e precipitação das anomalias do clima nos intervalos dos anos: 2011 a 2040, 2041 a 2070 e 2071 a 2100. Os dados são disponibilizados no banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, no CPTEC – Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos [15].

Os RCP 4.5 e 8.5 foram calculados para cada intervalo de anos, durante as estações do ano – primavera, verão, outono e inverno - de município estudado (Tabela 1).

Tabela 1: Variáveis para cálculo da variável temperatura para o RCP 4.5.

4.5				
Temperatura				
Intervalo	Primavera	Verão	Outono	Inverno
2011-2040	a1	b1	c1	d1
2041-2070	w1	x1	y1	z1
2071-2100	r1	s1	t1	u1

Fonte: Autor.

Para cada município, foi realizada uma média aritmética dos valores para cada intervalo de tempo (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100), como observado nas equações 1, 2 e 3.

$$\text{AnomTempBet2011-2040} = \frac{a1 + b1 + c1 + d1}{4} \quad (1)$$

$$\text{AnomTempBet2041-2070} = \frac{w1 + x1 + y1 + z1}{4} \quad (2)$$

$$\text{AnomTempBet2071-2100} = \frac{r1 + s1 + t1 + u1}{4} \quad (3)$$

A partir de cada resultado, calculou-se mais uma média aritmética, a fim de obter o resultado geral da Anomalia de Temperatura e Precipitação 4.5 e 8.5 na equação a seguir.

$$\text{nomTempBetGeral} = \frac{\text{AnomTempBet2011-2040} + \text{AnomTempBet2041-2070} + \text{AnomTempBet2071-2100}}{3}$$

Sendo assim, o procedimento do RCP 4.5 deve ser realizado para todos os municípios e para a anomalia de

precipitação. Com isso, calculou-se também os valores das anomalias temperatura e precipitação para o RCP 8.5.

Os valores dos Pesos para as anomalias das variáveis temperatura e precipitação dos RCP 4.5 (Figura 2) e 8.5 (Figura 3) foram calculados a partir das variáveis dos cenários futuros das projeções regionalizadas, disponibilizados pelo CPTEC do INPE, onde, para as duas anomalias, a temperatura possui um intervalo de 0,5 e a precipitação um intervalo de 0,125.

Pesos	Anomalia (C)	Pesos	Anomalia (mm/dia)
0	0 a 0,5	0	0 a -0,125
1	0,6 a 1	1	-0,126 a -0,250
2	1,1 a 1,5	2	-0,251 a -0,375
3	1,6 a 2	3	-0,376 a -0,5
4	>2	4	>-0,5

Figura 2: Quadro do peso referente às anomalias de temperatura e precipitação RCP 4.5.
Fonte: Autor.

Pesos	Anomalia (C)	Pesos	Anomalia (mm/dia)
0	0 a 0,75	0	0 a -0,064
1	0,76 a 1,50	1	-0,065 a 0,128
2	1,51 a 2,25	2	-0,129 a -0,256
3	2,26 a 3	3	-0,257 a -0,514
4	>3	4	>-0,514

Figura 3: Quadro do peso referente às anomalias de temperatura e precipitação RCP 8.5.
Fonte: Autor.

Com isso, os valores obtidos após a realização dos cálculos anteriores foram interpretados com base no Índice de Vulnerabilidade Social do IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, em seu Atlas de Vulnerabilidade Social dos Municípios Brasileiros. O Índice de Vulnerabilidade Social varia numa faixa entre 0 e 1. Quanto mais próximo a 1, maior é a vulnerabilidade social de um município (Figura 4).

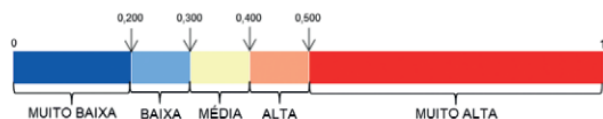


Figura 4: Faixa do Índice de Vulnerabilidade Social.
Fonte: [16].

Com isso, pode-se observar que na Figura 4 os municípios que apresentam valores entre 0 e 0,200, considera-se que possuem vulnerabilidade social muito baixa. Valores entre 0,201 e 0,300 indicam baixa vulnerabilidade social. Aqueles que apresentam resultados 0,301 e 0,400 são de média vulnerabilidade social, ao passo que, entre 0,401 e 0,500 são considerados de alta vulnerabilidade social. Qualquer valor entre 0,501 e 1 indica que o município possui muito alta vulnerabilidade social.

Sendo assim, os valores de intervalos para Índice Climático foram associados ao com a faixa do índice de vulnerabilidade social desenvolvido pelo IPEA, onde foi necessário, para a realização dos cálculos, estabelecer os pesos de intensidade para cada intervalo (Figura 5), o qual possui valores de 0 a 4, onde o 0 é de menor vulnerabilidade climática e 4 de maior vulnerabilidade climática.

IC	Intensidade	Peso
0 a 0,2	Muito Baixa	0
0,201 a 0,3	Baixa	1
0,301 a 0,4	Média	2
0,401 a 0,5	Alta	3
0,501 a 1	Muito Alta	4

Figura 5: Faixa do Índice Climático.
Fonte: IPEA 2015, adaptado.

3. RESULTADOS

Após a aplicação da metodologia proposta, foram obtidos os seguintes resultados.

3.1 Anomalia de Temperatura

A Tabela 2 apresenta os municípios estudados e os valores da anomalia de temperatura para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, e o peso referente a cada.

Tabela 2: Anomalia de temperatura RCP 4.5 e 8.5 para os municípios estudados.

Município	Anomalia de Temperatura 4.5	Peso RCP 4.5	Anomalia de Temperatura 8.5	Peso RCP 8.5
Betânia	1,583	2	3,46	4
Floresta	1,583	2	3,54	4
Itacuruba	1,583	2	3,46	4

Fonte: Autor.

3.2 Anomalia de Precipitação

A Tabela 3 apresenta os municípios estudados e os valores da anomalia de precipitação e o peso referente.

Tabela 3: Anomalia de precipitação para os municípios estudados.

Município	Anomalia de Precipitação 4.5	Peso RCP 4.5	Anomalia de Precipitação 8.5	Peso RCP 8.5
Betânia	-0,375	2	-0,875	4
Floresta	-0,5	3	-0,96	4
Itacuruba	-0,375	2	-0,80	4

Fonte: Autor.

4. DISCUSSÃO

No que diz respeito ao cenário RCP 4.5, o padrão de emissão de gases de efeito estufa e consequente alteração na temperatura e precipitação se mantém estável, aumentando a temperatura em 1,6° C para cada município e reduzindo o volume de precipitação em aproximadamente 0,4 milímetros para os municípios de Betânia e Itacuruba e de 0,5 milímetros para o município de Floresta. O município de

Floresta é o único que sofre uma alteração na intensidade da vulnerabilidade climática.

Já para o RCP 8.5, a alteração da temperatura será de 3,46° C para os municípios de Betânia e Itacuruba e de 3,54° C para o de Floresta. A precipitação será reduzida em 0,875 mm para o município de Betânia, 0,80 mm para o de Itacuruba e maior redução de 0,96 mm para o município de Floresta.

A partir dos cálculos de anomalia de temperatura e precipitação para cada cenário, foi possível calcular o IC como apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Índice climático para cada município.

Município	IC 4.5	IC 8.5
Betânia	2	4
Floresta	2,5	4
Itacuruba	2	4

Fonte: Autor.

Dessa forma, baseado na escala de vulnerabilidade mencionada na metodologia, a vulnerabilidade do IC 4.5 nos municípios de Betânia e Itacuruba que possuem peso 2 dividindo-o por 4, corresponde ao valor de 0,5 na escala do índice de vulnerabilidade. Para Floresta, o peso 2,5 dividido por 4, corresponde ao valor 0,625 (Figura 6). Ou seja, para o IC 4.5, a vulnerabilidade dos municípios de Betânia e Itacuruba é alta, já Floresta possui vulnerabilidade muito alta.

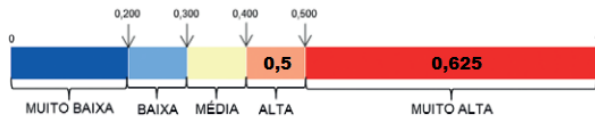


Figura 6: Valor do IC 4.5 na escala de vulnerabilidade.

Fonte: IPEA, 2015, adaptado.

No que diz respeito ao IC 8.5, os três municípios correspondem ao valor de peso 4 e dividindo-o por 4, o valor na escala do IV é de 1, o qual indica que os três municípios possuem vulnerabilidade muito alta (Figura 7).

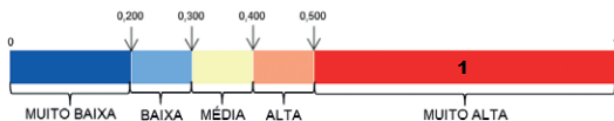


Figura 7: Valor do IC 8.5 na escala de vulnerabilidade.

Fonte: IPEA, 2015, adaptado.

5. CONCLUSÕES

As anomalias climáticas de intensidade média (4.5) e alta (8.5) terão uma alta diminuição dos níveis de precipitação e aumento de temperatura, com isso, terão vulnerabilidade climática muito alta, a qual interfere diretamente no abastecimento e consequentemente nos meios de subsistência da população dos municípios estudados. Ressaltando ainda que tais fenômenos podem corroborar para o surgimento de processos de desertificação

na Região, visto que esses municípios estão próximos do Núcleo de Desertificação de Cabrobó

Sendo assim, pode-se observar que para ambos os casos o aumento de temperaturas e redução da precipitação causa consequências negativas e intensifica o processo de desertificação, principalmente no índice climático 8.5. A redução desses fatores afeta na sistematização do ciclo hidrológico, com consequências diretas no crescimento e restauração da cobertura vegetal. Com isso, a agricultura e pecuária ficam comprometidas e a população desses municípios virá a sofrer impactos socioeconômicos.

O reconhecimento por parte dos Governos Estadual e Municipais da questão da vulnerabilidade climática à desertificação é importante para desenvolver ações eficazes de políticas públicas para a melhoria da qualidade de vida da população frente as mudanças climáticas.

Sugere-se realizar os estudos dos demais Índices que são componentes do Índice de Vulnerabilidade Humana dos municípios estudados frente aos processos de desertificação, nos cenários futuros de projeção das mudanças do clima.

6. REFERÊNCIAS

- [1] IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. United Kingdom and New York, p.19, 2013.
- [2,3] SILVEIRA, C.S; FILHO, FS; MARTINS, ESPR; OLIVEIRA, J.L; COSTA, A.C; NOBREGA, M.T; SOUZA, S.A; SILVA, R.F.V. Climate change in the São Francisco river basin: analysis of precipitation and temperature. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 21, n.2, Porto Alegre abr./jun. 2016 p. 416 – 428
- [4] GUIMARÃES, S.O; COSTA, A.A; JÚNIOR, F.C.V; SILVA, E.M; SALES, D.C; JÚNIOR, L.M.A; SOUZA, S.G. Projeções de Mudanças Climáticas sobre o Nordeste Brasileiro dos Modelos do CMIP5 e do CORDEX. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 31, n.3, 337-365. 2016.
- [5] SILVA, H.P. Mapeamento das Áreas Sob Risco de Desertificação no Semi-Árido de Pernambuco a Partir de Imagens de Satélites. Recife, 2009. p. 13. Tese (Doutorado em Ciências do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2009.
- [6] NOBRE, C.A. Mudanças Climáticas Globais: Possíveis Impactos nos Ecossistemas do País. 2001. vol. 6, n. 12, p. 240-258. Disponível em: < http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/186/180> Acesso em: 08 jan 2018.
- [7] SILVA, H.P. Mapeamento das Áreas Sob Risco de Desertificação no Semi-Árido de Pernambuco a Partir de Imagens de Satélites. Recife, 2009. p. 16. Tese (Doutorado em Ciências do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2009.
- [8] IBGE. Infográficos: Dados Gerais do Município de Betânia, PE. Censo 2010.

- [9] CPRM, Diagnóstico do Município de Betânia. Recife, p. 4, 2005.
- [10] IBGE. Infográficos: Dados Gerais do Município de Itacuruba, PE. Censo 2010.
- [11] ROCHA FILHO, G.B. Estudo do Potencial Agrícola e Não Agrícola do Município de Itacuruba, Pernambuco, Brasil. Recife, 2016. p. 41. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, 2016.
- [12] SILVA, H.P. Mapeamento das Áreas Sob Risco de Desertificação no Semi-Árido de Pernambuco a Partir de Imagens de Satélites. Recife, 2009. p. 13. Tese (Doutorado em Ciências do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009.
- [13] ARAÚJO FILHO, J. C. de; et. al. Investigações preliminares sobre a pedogênese de horizontes coesos em solos dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil. p.123-139, 2001.
- [14] RODAL, M.J.N., SAMPAIO, E.V.S. & FIGUEIREDO, M.A. Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico - ecossistema Caatinga. Sociedade Botânica do Brasil, Brasília. 1992
- [15] INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. INPE. Projeções de Mudanças Climáticas. São Paulo. 2016. Disponível em: <<http://ftp.cptec.inpe.br/etamid/Workshop/WorkEtaV/Palestras/11-Proje%C3%A7%C3%B5es%20de%20Mudan%C3%A7as%20Clim%C3%A1ticas%20-%20Andr%C3%A9%20Lyra.pdf>> Acesso em: 12 de ago de 2017.
- [16] INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. IPEA. Atlas de Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros. p. 18. Brasília. 2015. Disponível em: <<http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/>> Acesso em: 23 de out de 2017.