

**Balanço hídrico e erosibilidade nas microrregiões do Estado da Paraíba, Brasil**  
**Water balance and erosivity in the microregions of the State of Paraíba, Brazil**  
**Balance hídrico y erosividad en las microrregiones del estado de Paraíba, Brasil**

Recebido: 29/06/2020 | Revisado: 13/07/2020 | Aceito: 17/09/2020 | Publicado: 19/09/2020

**Manoel Viera de França**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4973-9327>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [manoelvieira.ufrpe@gmail.com](mailto:manoelvieira.ufrpe@gmail.com)

**Raimundo Mainar de Medeiros**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3455-9876>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [mainarmedeiros@gmail.com](mailto:mainarmedeiros@gmail.com)

**Wagner Rodolfo de Araújo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7203-0338>

Universidade Estácio de Sá, Brasil

E-mail: [wagneraraujops@gmail.com](mailto:wagneraraujops@gmail.com)

**Romildo Morant de Holanda**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7945-3616>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [romildomorant@gmail.com](mailto:romildomorant@gmail.com)

**Resumo**

Objetiva-se aferir as classes hídricas pelo círculo do cenário climático futuro pluvial e térmico do ar, levando-se em conta os cenários médios mensais com redução pluvial de 10% e acréscimo térmico de 1 °C (cenário otimista = B<sub>2</sub>) e 20% e 4 °C (cenário pessimista = A<sub>2</sub>) e o seu impacto erosivo no solo, visando mostrar os efeitos do aquecimento global através do computo do balanço hídrico e alertar à população sobre a degradação do solo nas área em estudos. As precipitações mensais e anuais foram adquiridas da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste compreendido entre 1912 a 2018, os dados térmicos foram gerados pelo *Software* Estima-T, para o mesmo período em estudo. Para determinação do fator erosividade aplicou-se a equação proposta por Wischmeier e Smith. Os índices evapotranspirativos registraram acréscimo nas regiões e nos cenários estudados; o poder

evaporativo mantiveram em reduções nos cenários B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub>, as deficiências e os excedentes hídricos registaram variações de altos e baixos para os cenários. Nos cenários B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub> registraram-se reduções erosivas nas regiões estudadas, significando que a camada superficial do solo praticamente foi carregada tornando-se mais compactos. Os resultados demonstram que nos cenários B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub>, advertem situações críticas de condições do solo os quais ocasionarão impactos nos recursos hídricos e nas culturas de cerqueiro.

**Palavras-chaves:** Impactos climáticos; Déficit hídrico; Excesso hídrico; Disponibilidade hídrica.

### **Abstract**

The objective is to gauge the water classes by the circle of the future climatic scenario of rain and thermal air, taking into account the average monthly scenarios with 10% rainfall reduction and 1 °C thermal increase (optimistic scenario = B<sub>2</sub>) and 20% and 4 °C (pessimistic scenario = A<sub>2</sub>) and its erosive impact on the soil, aiming to show the effects of global warming by computing the water balance and alerting the population about the soil degradation in the studied areas. The monthly and annual precipitations were acquired from the Northeast Development Superintendence between 1912 to 2018, the thermal data were generated by the Estima-T Software, for the same period under study. To determine the erosivity factor, the equation proposed by Wischmeier and Smith was applied. The evapotranspirative indices registered an increase in the studied regions and scenarios; the evaporative power kept in reductions in scenarios B<sub>2</sub> and A<sub>2</sub>, the deficiencies and the surplus of water registered variations of ups and downs for the scenarios. In scenarios B<sub>2</sub> and A<sub>2</sub>, erosive reductions were recorded in the studied regions, meaning that the topsoil was practically carried and became more compact. The results show that in scenarios B<sub>2</sub> and A<sub>2</sub>, they indicate critical situations of soil conditions which will cause impacts on water resources and rainfed crops.

**Keywords:** Climatic impacts; Water deficit; Water excess; Water availability.

### **Resumen**

El objetivo es medir las clases de agua por el círculo del escenario climático futuro de lluvia y aire térmico, teniendo en cuenta los escenarios promedio mensuales con una reducción de lluvia del 10% y un aumento térmico de 1 °C (escenario optimista = B<sub>2</sub>) y 20% y 4 °C (escenario pesimista = A<sub>2</sub>) y su impacto erosivo en el suelo, con el objetivo de mostrar los efectos del calentamiento global calculando el balance hídrico y alertando a la población

sobre la degradación del suelo en las áreas estudiadas. Las precipitaciones mensuales y anuales fueron adquiridas de la Superintendencia de Fomento del Nordeste entre 1912 a 2018, los datos térmicos fueron generados por el Software Estima-T, para el mismo período en estudio. Para determinar el factor de erosividad se aplicó la ecuación propuesta por Wischmeier y Smith. Los índices evapotranspirativos registraron un incremento en las regiones y escenarios estudiados; la potencia evaporativa se mantuvo en reducciones en los escenarios B2 y A2, las deficiencias y los excedentes de agua registraron variaciones de altibajos para los escenarios. En los escenarios B2 y A2, se registraron reducciones erosivas en las regiones estudiadas, lo que significa que la capa superior del suelo prácticamente se llevó y se hizo más compacta. Los resultados muestran que en los escenarios B2 y A2, indican situaciones críticas de las condiciones del suelo que generarán impactos en los recursos hídricos y cultivos de secano.

**Palabras clave:** Impactos climáticos; Déficit hídrico; Exceso de agua; Disponibilidad de agua.

## 1. Introdução

As oscilações climáticas são os maiores desafios a serem enfrentados pelas comunidades técnicas, científicas e pela humanidade as quais terão de confrontar-se no percurso deste século. Jenkin et al., (2005) mostraram que a Terra sofrerá com os impactos e na população de menores poderes financeiros e dos países igualmente vulneráveis, serão mais susceptíveis a impacto negativo. Santos & Carlesso (1998) afirmaram que a deficiência hídrica é um dos integrantes nos processos morfológicos e fisiológicos das plantas que serão comprometidos pelas mudanças climáticas.

Campos (2010) realizou o cálculo do balanço hídrico (BH) e determinou as estimas das deficiências e dos excedentes hídricos, utilizando as variáveis pluviiais e evapotranspirativas. Silva (2004) afirmou que os BH são extraordinários para monitorar as dinâmicas d'água nos ecossistemas agropecuários e naturais.

Os indícios de aquecimento global foram observados nos registros das temperaturas das estações meteorológicas implantadas de 1860 até o presente, no globo. As informações térmicas e suas respectivas correções para os conseqüências das ilhas de calor mostram um acréscimo médio na temperatura de 0,6 °C no século XX, elevados aumentos entre 1910 a 1945 e 1976 a 2000, (IPCC, 2001). Os resultados dos documentos do IPCC (2001); IPCC (2001a) ocorrerão elevação média na temperatura planetária entre 1,4 °C a 5,8 °C para a

temporada de 1990 a 2100. Sobre as oscilações pluviais, as previsões mostram redução na região tropical e subtropical e acréscimo pluvial nas regiões de altas latitudes. Na região Nordeste (NEB), exclusivo no semiárido, que comumente enfrenta períodos de estiagens e secas prolongadas. (Nobre & Melo 2001).

O fator *R* admite estimar o potencial erosivo pluvial em determinado área, possibilitando conhecer a capacidade e o potencial da chuva erosiva no solo, e viabilizando práticas de manejo e ocupação do solo (Barbosa et al., 2000; Menezes & Leite 2011).

Conforme a literatura, para a modelagem das estimativas das temperaturas máximas, mínimas e médias pode ser utilizada técnicas de regressão linear múltipla e Krigagem ordinária. O ajuste das equações de regressão para as estimativas de temperaturas máximas, mínimas e médias é uma alternativa viável para ampliar a base de dados climáticos, através de mapas temáticos de temperatura, fornecendo subsídios para um planejamento agropecuário (Medeiros et al., 2015). Segundo os autores (Assad et al., 2004) os zoneamentos de aptidão agroclimática e as informações sobre as condições térmicas regionais são elementos imprescindíveis para a sustentabilidade socioeconômicos. As problemáticas esperadas são reduções nos índices pluviais poderão atingir os 60% dos índices mensais, os reservatórios d'águas ficarão obsoletos restringindo a água potável para a sobrevivência humana, animal e vegetal afetando, a fauna e flora algumas espécies podem ser extintas (Marengo et al., 2011).

Medeiros et al., (2015) realizaram o computo do BH e erosividade pluvial levando-se em conta cenários médios mensais com redução pluvial de 10% e acréscimo de 1 °C (cenário otimista = B<sub>2</sub>) e 20% e 4 °C (cenário pessimista = A<sub>2</sub>) para a cidade de Cabaceiras – PB. Os dados mensais, anuais pluviais e térmicos referentes aos anos de 1950-2010. A erosividade pluvial foi estimada pela Equação Universal de Perdas de Solo. As conclusões mostram que nos cenários otimista (B<sub>2</sub>) e pessimista (A<sub>2</sub>) as ocorrências das condições da perda do solo e dos recursos hídricos assim como para as cultivares de cerqueiro; os índices pluviais no cenário A<sub>2</sub> serão insuficientes para várias culturas; a área em estudo enquadra-se como sendo de alta erosividade onde o *R* determinado foi de 11.701,1 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Segundo Medeiros, Silva & Gomes Filho, (2013) a prática de ações voltadas para a prevenção dos recursos naturais faz-se necessária às informações hidrológicas, climatológicas, agroclimáticas e agroecológicas. O estudo se constitui em análise do clima e das disponibilidades dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos da bacia do rio Uruçuí Preto - PI. A caracterização climática foi concretizada através dos levantamentos dos principais elementos do clima e tempo, BHC, recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Na classificação de Köppen (19280); Köppen & Geigen (1931) se distinguem dois tipos

climáticos na bacia, o tipo “Aw”, (tropical quente e úmido, com chuvas no verão e seca no inverno); o tipo “BSh”, (semiárido quente, com chuvas de verão e inverno seco). A temperatura máxima foi de 32,1 °C, mínima de 20,0 °C e a temperatura média l de 26,1 °C; a umidade relativa do ar é de 64,2%, a evaporação anual é de 2098,7 mm e a evapotranspiração é de 1.470,7 mm. A insolação total é de 2.701,8 horas ano. Os postos fluviométricos localizados nos municípios de Jerumenha e Cristino Castro registram vazões médias de 6,9 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> a 6,1 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> no trimestre mais seco e vazões médias variando entre 90 e 54 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>, no trimestre chuvoso. A bacia tem cota de 500 metros com uma extensão de 532 km e declividade média e 2,1 m Km<sup>-1</sup>, com uma área total de 48,830 km<sup>2</sup> abrangendo 49 municípios do Estado do Piauí.

Medeiros et al. (2012) mostraram que para a cidade de Picuí (PB), os índices pluviiais serão insuficientes para várias culturas, sendo assim inviável para o desenvolvimento de práticas agrícolas de sequeiro, caso os cenários pessimistas sejam confirmados. Adverte ainda, que diante deste cenário pessimista, ficará crítica à condição de armazenamento d’água das chuvas e para o consumo humano e animal, sendo necessário planejamento futuro para construções de cisternas e outros similares, que possibilitem o armazenamento d’água e minimização dos impactos da falta de chuva.

Santos, Medeiros & Brito, (2014) analisaram as variabilidades hídrica, para cenários futuros, utilizando-se do computo do BHC normal, registrou deficiência hídrica de maio a outubro e excedentes hídricos de dezembro a maio, no cenário B<sub>2</sub>. No cenário A<sub>2</sub>, registraram-se excedentes hídricos entre janeiro e abril, deficiências hídricas de maio a novembro. Os fatores climáticos demonstram influências relevantes no comportamento erosivo pluvial, para Santa Filomena – PI registrou-se chuvas intensas ocasionando riscos no manejo do solo.

Segundo Folhes & Fisch (2006) os valores extremos e médios térmicos e pluviiais, estabeleceram uma possível caracterização do início e do fim da estação chuvosa nesta região, bem como procedeu a uma avaliação da série temporal dos elementos climáticos a fim de subsidiar as questões sobre mudanças climáticas na região.

Medeiros et al. (2014) averiguaram que os valores das anomalias pluviiais podem ser utilizados como ferramenta para o acompanhamento climático de uma localidade, nesse caso a bacia do rio Uruçuí Preto, além de ser utilizado para regionalização, podendo também, através desse monitoramento gerar prognósticos e diagnósticos da climatologia local. As chuvas nesta área iniciam-se em outubro com chuva de pré-estação e prolonga-se até abril, tendo como trimestre chuvoso (janeiro a março) e os meses seco oscilam de julho a setembro com variabilidade pluviométrica oscilando entre 0,0 mm a 11,9 mm, sendo estes índices

pluviométricos insignificantes para o runoff e agricultura. A partir dos critérios de classificações tomados com bases nos desvios percentuais classificaram os meses e ano para a bacia hidrográfica, onde se obteve oscilações de extremamente chuvoso a extremamente seco.

Medeiros et al. (2012) determinaram os índices erosivos para a cidade de Areia de 31.528,8 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano. Estabeleceram que os maiores erosividade foram registrados entre março a agosto, o que coincidem com o período chuvoso da região e a capacidade de campo (CAD). De setembro a fevereiro ocorreram reduções nos índices erosivo sendo de fato o período seco da região.

Objetiva a avaliar as flutuações hídricas por meio do panorama climático pluvial e térmico, tomando por base os cenários médios mensais com redução pluvial de 10% e acréscimo térmico de 1°C (cenário otimista = B<sub>2</sub>) e 20% de redução pluvial e 4°C de aumento térmico (cenário pessimista = A<sub>2</sub>) visando detectar as variabilidades dos impactos erosivo do solo, e as oscilações dos efeitos do aquecimento global pelo computo do balanço hídrico normal nas seis regiões climáticas paraibana.

## 2. Metodologia

A Paraíba tem uma área territorial de 56.372 km<sup>2</sup>. Sua localização achar entre 6°02' e 8°19' de latitude Sul e 34°45' e 38°45' longitude Oeste. (Figura 1).

**Figura 1.** Mapa de localização do Estado dentre a América do Sul.



Fonte: Medeiros, (2020).

Os dados pluviiais mensais e anuais foram adquiridos da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) e da Agência Executiva das Águas do Estado da Paraíba (AESAs, 2019) entre 1950 a 2018. Os dados térmicos foram estimados pelo Software Estima-T. (Cavalcanti & Silva (1994); Cavalcanti, Silva & Sousa (2006) para o mesmo período pluvial.

Os referidos dados foram trabalhados para cenários pluviais com diminuição de 10% e acréscimo térmico de 1°C (cenário B<sub>2</sub>) e 20% e 4°C (cenário A<sub>2</sub>), segundo a metodologia do IV Relatório IPCC AR4 2014. Aplicando-se em seguida a metodologia do cálculo do balanço hídrico desenvolvido por Thornthwaite (1948); Thornthwaite & Mather, (1955), com Capacidade de Água Disponível tendo como definição o armazenamento máximo d'água no solo, de 100 mm. Os dados trabalhados foram para as regiões em estudo e seus respectivos gráficos para as Regiões: Litoral; Agreste; Brejo; Cariri/Curimataú; Sertão e Alto Sertão. Utilizou-se do cálculo do BHC em planilha eletrônica para seus referidos cálculos elaborados por Medeiros (2016).

Na determinação do fator erosividade aplicou-se a equação sugerida por Wischmeier (1971) e Wischmeier e Smith (1958, 1978) deliberada como:

$$EI_{30} = 67,355(r^2/P)e^{0,85}$$

Em que:

$EI_{30}$  é o índice erosivo pluvial ( $MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}$ );

R e P são os índices pluviais médios mensais e anuais (mm);

O cálculo do fator é o somatório dos índices pluviais mensais da erosividade, aplicando a equação seguinte.

$$R = \sum_{1}^{12} EI_{30}$$

### 3. Resultados e Discussão

As regiões climáticas que envolvem a área estudada estão representadas na Figura 2.

**Figura 2.** Posicionamento das regiões climáticas do Estado da Paraíba.

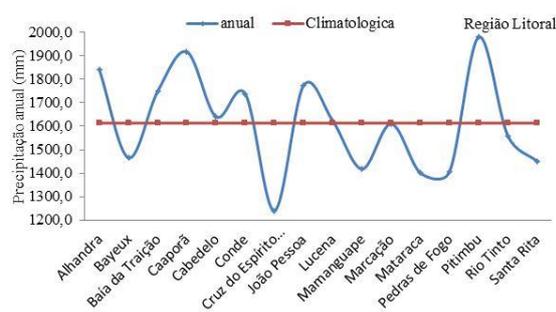


Fonte: Medeiros, (2020).

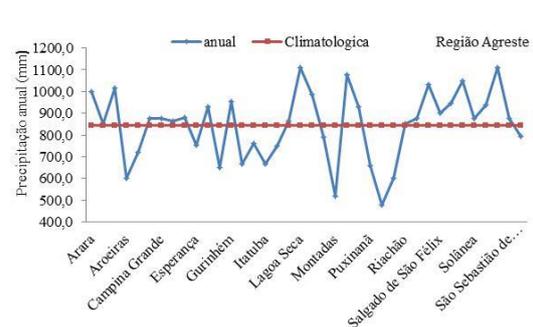
A Figura 3a mostra a variabilidade anual pluvial intermunicipal da região litorânea. Registrou-se índices pluviométricos superiores a média climática em seis municípios, dois municípios com pluviometria associada à normalidade e nove municípios com baixos índices pluviométricos inferiores a média. Destacam-se os municípios de Cruz do Espirito Santo e Pitimbu onde ocorreram os picos de mínimos e máximos pluviométricos.

A Figura 3b tem-se as oscilações dos índices pluviométricos intermunicipais anuais na região do Agreste paraibano. Ressaltar que em 14 municípios registaram-se cotas pluviométricas acima da média normal, sete municípios com pluviometria entre a média normal e 14 municípios com índice pluviométrico abaixo da sua normalidade.

**Figura 3.** Distribuição anual dos índices pluviométricos climáticos (mm) das regiões Litoral (a) e Agreste (b) no estado da Paraíba entre 1912 a 2018.



3a



3b

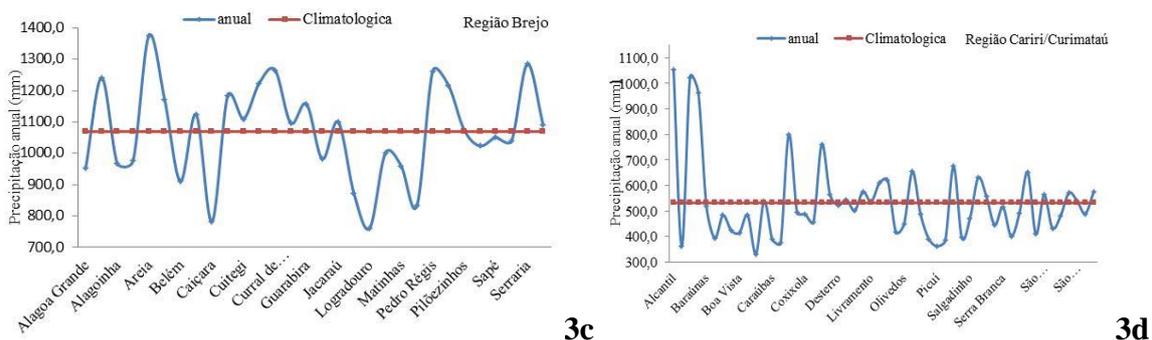
Fonte: Medeiros, (2020).

A Figura 3c mostra a variabilidade pluvial anual da região do Brejo paraibano, registraram-se quatro municípios com índice pluviométrico próximo a média climatológica, oito municípios com chuva acima precipitação climatológica; dose municípios com chuva

inferiores a normais climatológica, os municípios de Areia, Pedro Régis, Caiçara e Logradouro que registaram picos de máximos e mínimos índices pluviiais.

Na Figura 3d tem-se os índices pluviiais referente a região do Cariri/Curimataú, onde registrou-se chuvas em vinte e cinco municípios abaixo da média climatologia; quinze municípios com chuvas entre a normalidade e onze locais com chuvas superior a normal.

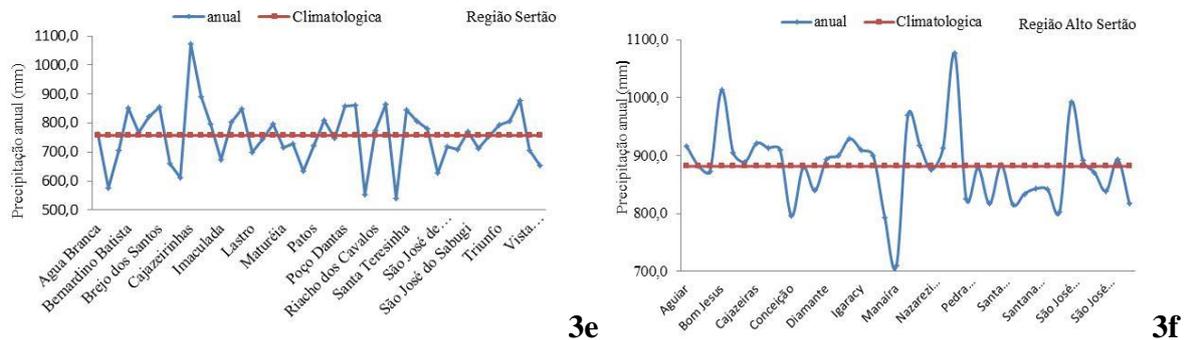
**Figura 3.** Distribuições médias anual da precipitação climáticas (mm) nas regiões: Brejo (c) e Cariri/Curimataú (d) na Paraíba entre 1912 a 2018.



Fonte: Medeiros, (2020).

As Figuras 3e e 3f representam as distribuições pluviiais anuais intermunicipais nas regiões Sertão e Alto Sertão. Na região do Sertão (Figura 3e) destaca-se a predominância; dos índices pluviiais abaixo da média climatológica, oito locais com chuvas entre a média climatologia e com chuvas de moderadas intensidades superiores a média histórica em alguns municípios. A oscilação pluvial anual da região do Alto Sertão (Figura 3f) mostra irregularidade nos seus índices, estas irregularidades estão interligadas as variáveis provocadores e/ou inibidores das chuvas da área estudada, fato que são corroborados pelos estudos de Marengo, Soares, Saulo & Nicolin, (2004); Marengo et al, (2011); Holanda, Medeiros & Silva (2016).

**Figura 3.** Distribuição anual pluvial climática (mm) nas regiões Sertão (e) e Alto Sertão (f) do estado da Paraíba entre 1912 a 2018.



Fonte: Medeiros, (2020).

Estudos como os dos autores Almeida & Silva, (2004); Almeida & Pereira (2007) mostraram que a precipitação é a única fonte de suprimento d'água da área estudada, ao escoar a água é barrada em pequenos açudes e usada para abastecimento e irrigação, por sua vez pequenas frações são capturadas e armazenadas em cisternas para fins potáveis. Entretanto, este elemento do clima é extremamente variável tanto em magnitude quanto em sua distribuição espacial e temporal para as regiões estudadas, estes resultados corroboram com os resultados apresentados.

Observando-se os resultados do BHC para os cenários normais, B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub>, com reduções gradativas significativas que afetaram a produção agrícola e o armazenamento d'água. Aumentando o poder evapotranspirativo e evaporativo, deixando o solo ressecado e as culturas com deficiências hídricas elevadas, Marengo et al. (2011).

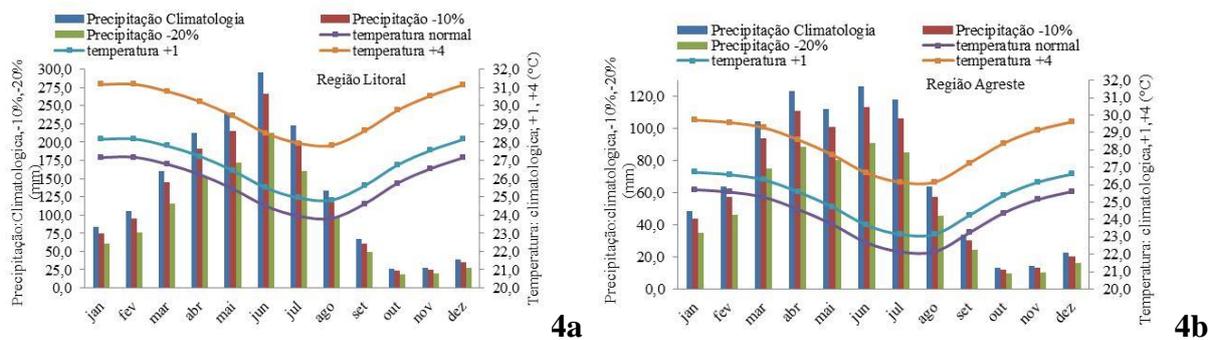
Estudos com os dos autores Marengo et al. (2010) e Noronha, Hora & Silva, (2016) sobre o episódio prolongado de secas em virtude da mudança climática, demonstrando a necessidade de melhor entendimento e previsão de suas ocorrências. Os resultados destas pesquisas corroboram com o estudo atual.

Na Figura 4 contem o desempenho pluvial médio reduzido com 10% e 20%, e temperatura média, com acréscimo de 1 °C e 4 °C, para as regiões do Litoral (4a); Agreste (4b); Brejo (4c); Cariri/Curimataú (4d); Sertão (4e); Alto Sertão (f).

As oscilações dos índices pluviométricos nos cenários B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub> nas regiões do Litoral, Agreste e Brejo (Figuras 4a, 4b, 4c) não se registraram altas variabilidades no período chuvoso onde os elementos meteorológicos de grande, meso e pequena escala ocasionaram chuvas de moderadas a fortes intensidades em intervalos de tempo curtos ocasionando enchentes, inundações, alagamentos, desmoronamentos. No período seco a baixa possibilidade de eventos

extremos que venham a causar transtorno geral as comunidades. Salienta que a população deverá esta preparada para enfrentar novas formas de captura e armazenamento das chuvas, além de conviver com temperaturas elevadas e suas variabilidades no decorres dos dias.

**Figura 4.** Observa-se o comportamento pluvial médio e suas relativas diminuições de 10% e 20%, e acréscimo nos índices térmicos de 1°C e 4°C, nas regiões: Litoral (a) e Agreste (b).

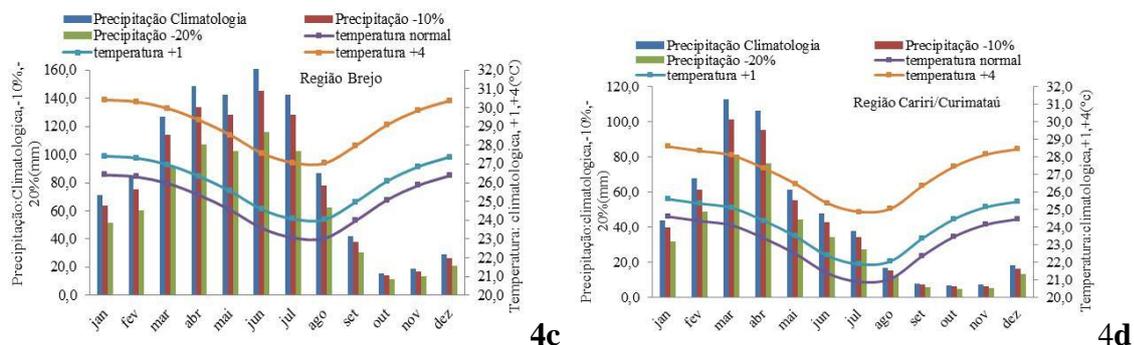


Fonte: Medeiros, (2020).

Bezerra et al. (2014) relataram que os valores médios elevados das temperaturas máxima, média e mínima ocorreram na região do Litoral e Sertão Paraibano, sendo que as temperaturas amenas são registradas na região da Borborema e do Agreste.

Medeiros et al. (2015) estudaram as oscilações térmicas mensal do estado da Paraíba dos últimos trinta anos, realizaram seu mapeamento e analisaram a sua variabilidade. A aplicação da geoestatística proporcionou resultados satisfatórios quanto à estimativa da temperatura obtida pelo método da Krigagem, estando condizentes com as características climatológicas locais da região, para a distribuição espacial sazonal da temperatura apresentou variabilidade para ambos os meses, com variação de até 5°C na sua distribuição anual; fevereiro apresentou os maiores valores térmico com variação de 2°C; em agosto, registraram-se os menores valores de temperatura. Estudo como os dos autores acima referenciados vem a corroborar com os resultados desta pesquisa.

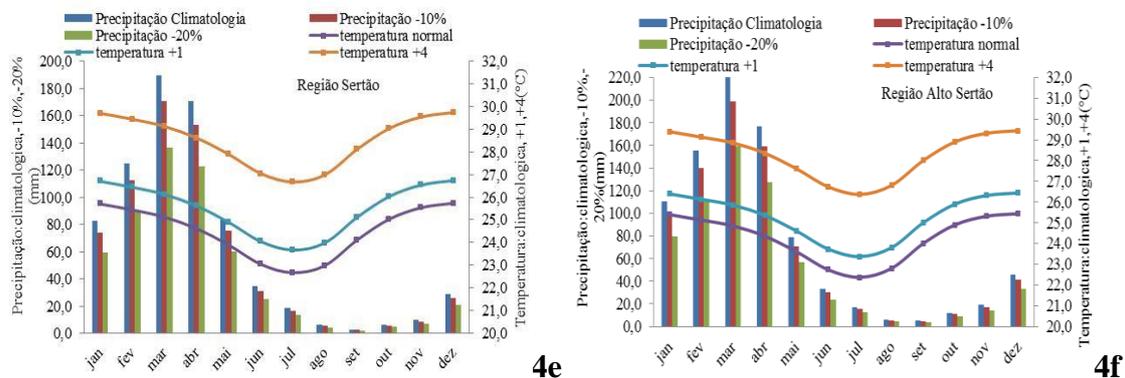
**Figura 4.** Observa-se o comportamento pluviométrico médio e de suas reduções de 10% e 20%, e nos índices térmicos acréscimo de 1°C e 4°C, nas regiões do Brejo (4c) e Cariri/Curimataú (4d)



Fonte: Medeiros, (2020).

Os cientistas de meteorologia e áreas afins, que as tendências climáticas observadas nas temperaturas máximas e mínimas, especialmente a partir da metade do século XX, aumentaram expressivamente. Segundo o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), essas tendências observadas no passado recente apresentam alta probabilidade de continuarem no mesmo sentido no século XXI (IPCC, 2007); IPCC, (2014). A variabilidade das temperaturas médias registradas neste estudo tem similaridades com os estudos ora encontrados nos estudos dos autores Marengo & Camargo (2007), Campos, (2010).

**Figura 4.** Tem-se o comportamento pluviométrico médio de reduções de 10% e 20%, e do índice térmico com acréscimo de 1 °C e 4 °C, nas regiões Sertão (4e) e Alto Sertão (4f).



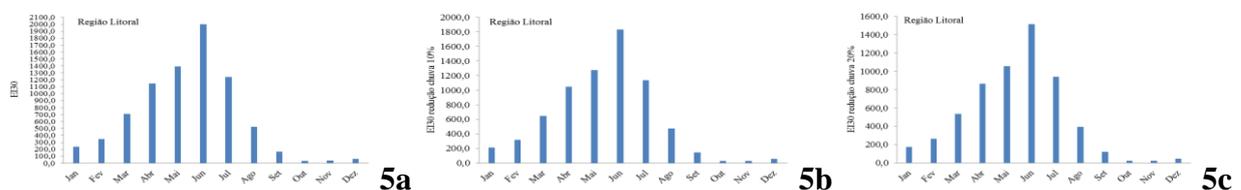
Fonte: Medeiros, (2020).

As oscilações pluviométricas para os cenários (B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub>) nas regiões: Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão estão representadas nas Figuras (4d, 4e e 4f) suportarão os maiores impactos

climáticos, para as épocas de período chuvoso registram-se irregularidades espaço temporal e com as simulações dos cenários elas terão seus impactos com as chuvas reduzidas afetando alguns tipos de cultura e o armazenamento d'água, elevando os índices erosivos, causando enchentes, inundações, alagamento, desmoronamentos mais intensos.

As Figuras, 5, 6, 7, 8 , 9 e 10 destacam-se as oscilações erosivas médias (5a), cenário B2 (5b), cenárias A<sub>2</sub> (5c) para as regiões do Litoral, Agreste, Brejo, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão.

**Figura 5.A** representa a erosividade no cenário B<sub>2</sub>, Figura 4.B cenário A<sub>2</sub> e na Figura 4c a erosividade na região do litoral.

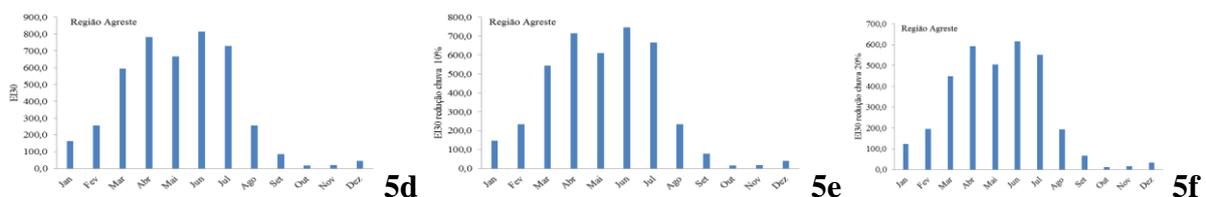


Fonte: Medeiros, (2020).

Os índices erosivos apresentados nas Figuras abaixo seguem a distribuição pluviométrica, concordando com o princípio sugerido por Lemos et al. (1992). Nas Figuras 5b e 5c observam-se que nos cenários B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub> registraram redução significativas nos seus índices erosivos comparada a Figura 5a.

Figura 5 tem-se a variação da erosividade média (5d), cenário B<sub>2</sub> (5e) e cenário A<sub>2</sub> (5f) na região do Agreste. Nas Figuras 5b e 5c para os cenários B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub> ocorrerão redução nos seus índices quando comparada a Figura 5a. Estas variabilidades estão interligadas a flutuação dos fatores climáticos de meso, larga e micro escalam, conforme afirmação de Marengo et al. (2011) e Medeiros (2016).

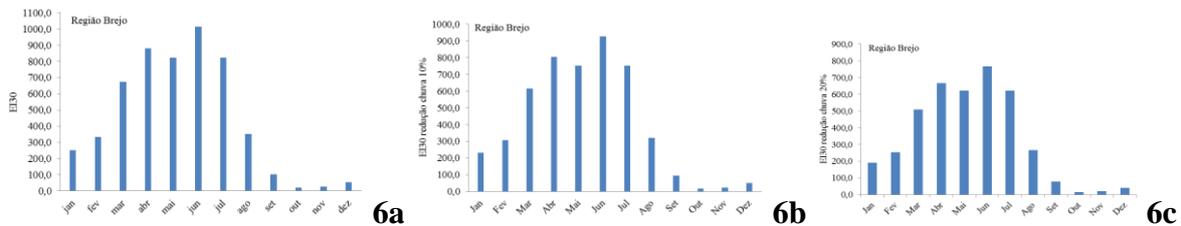
**Figura 5.** Erosividade média (5d) cenário B<sub>2</sub> , (5e) cenário A<sub>2</sub> e (5f) na região do Agreste.



Fonte: Medeiros, (2020).

Na Figura 6 têm-se as flutuações erosivas médias (6a), cenário B<sub>2</sub> (6b) e cenário A<sub>2</sub> (6c) na região do Brejo. Nas Figuras 6b e 6c para os cenários B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub> acontecerão redução nos seus índices quando comparada a Figura 6a. Demonstrando que nos cenários futuros ocorreram mudanças nos índices erosivos devido à redução pluvial da região estudada.

**Figura 6.** Erosividade média (6a), cenário B<sub>2</sub> (6b) e cenário A<sub>2</sub> (6c) na região do Brejo

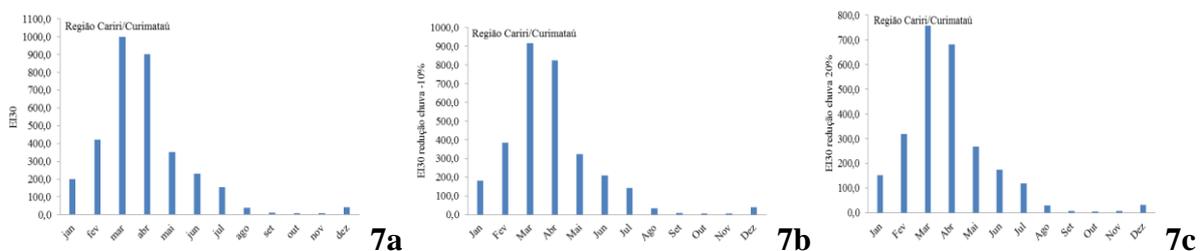


Fonte: Medeiros, (2020).

Figura 7 tem a erosividade média (7a) cenário B<sub>2</sub> (7b) e cenário A<sub>2</sub> (7c) na região do Cariri/Curimataú. Sendo esta área a mais degradada no estado e também por ser uma região de transição entre o Brejo e Cariri/Curimataú os índices pluviiais ocorrem com maior intensidade e em curto intervalo de tempo acareando ainda mais os terrenos erosivos para os cenários B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub>.

Em regiões semiáridas a erosão dos solos é o consequente processo de degradação das terras é um grave problema que vem chamando a atenção de pesquisadores e órgãos responsáveis (Santos, Silva & Sriwivasan, 2007), pois segundo Graf (1988), a produção de sedimentos em terras secas está entre as mais altas do mundo. Por outro lado, Gomes (2005) aponta que nessas áreas, principalmente em países pobres, a questão social leva as famílias a explorarem os ambientes semiáridos além da sua capacidade de suporte. Esta afirmação dos autores vem a corroborar com o estudo apresentado.

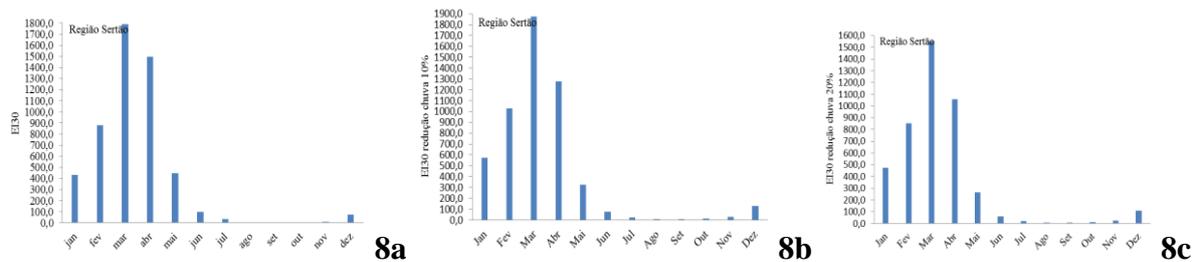
**Figura 7.** A Erosividade média (7a), cenário B<sub>2</sub> (7b) e cenário A<sub>2</sub> (7c) na região Cariri/Curimataú.



Fonte: Medeiros, (2020).

Na Figura 8 tem-se a erosividade média ocasionada (8a) cenário B<sub>2</sub> (8b), cenário A<sub>2</sub> (8c) na região Sertão. Destacamos que a variabilidade erosiva nesta região exibir seu índice constante devido à variabilidade dos índices pluviiais. A área contém muitos locais erosivos que não sofrem mais alterações com as chuvas erosivas.

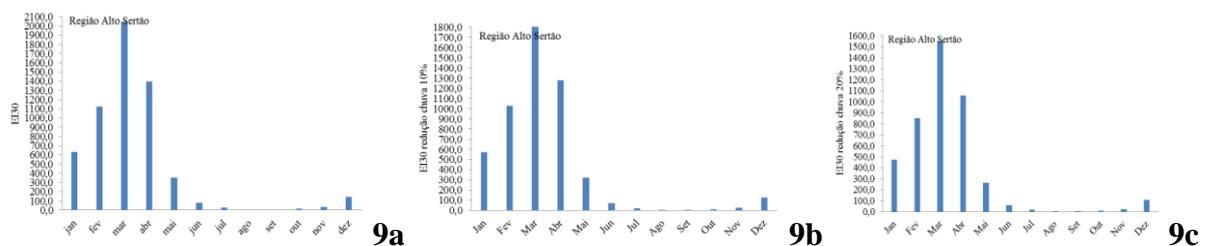
**Figura 8.** Erosividade média climatológica (8a), cenário B<sub>2</sub> (8b), cenário A<sub>2</sub> (8c) na região do Sertão.



Fonte: Medeiros, (2020).

Figura 9 tem-se as variabilidades da erosividade média (9a) cenário B<sub>2</sub> (9b), cenário A<sub>2</sub> (9c) na região do Alto Sertão. Ocorreram reduções de erosivas nos cenários B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub>, estas reduções foram originadas pela distribuição pluvial de altas intensidades e em curtos intervalos de tempo.

**Figura 9.** Erosividade média (9a). cenário B<sub>2</sub> (9b), cenário A<sub>2</sub> (9c) na região do Alto Sertão.



Fonte: Medeiros, (2020).

Em relação à pluviometria, os modelos preveem que poderá acontecer redução na região tropical e subtropical e aumento na média nas regiões de latitudes mais elevadas. As médias históricas mesmo em épocas da quadra chuvosa oscilaram dentro e abaixo da normalidade, a variabilidade espaço temporal é influenciada pelos sistemas meteorológicos atuantes da época, a tendência é que persistam índices pluviométricos abaixo da climatologia nos cenários futuros B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub>. Marengo et al. (2011).

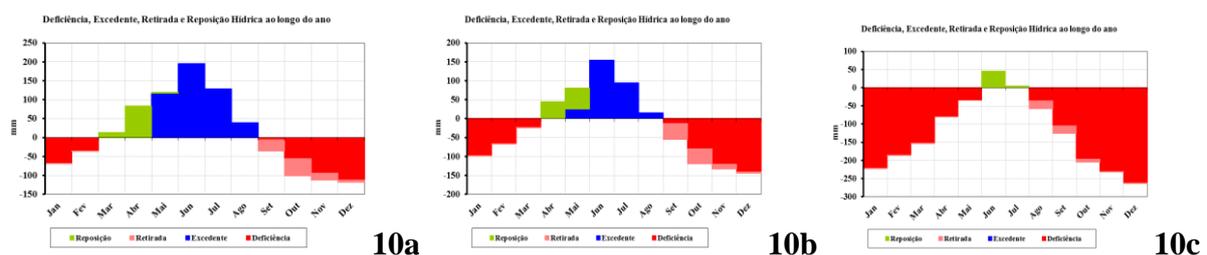
Santana, Sedyana, Ribeiro & Silva (2007) mostraram o resultado do trabalho realizado em Minas Gerais, na região semiárida, demonstrando que a variabilidade da quadra chuvosa depende dos fatores provocadores de chuva.

Carvalho & Stipp (2004) utilizaram o BH como uma proposta de classificação qualitativa para os índices pluviais e térmicos, determinaram-se os períodos mais críticos de deficiência hídrica no solo, demonstrando para os tomadores de decisões públicas as possibilidades de tendências nos cenários agrícolas futuros onde estratégica devem ser tomadas para garantir maiores e melhores produções, (Santos, Hernandez & Rossetti, 2010).

Nas Figuras 10, 11, 12, 13, 14 e 15 destacam-se os gráficos dos BHC normal (a), cenário B<sub>2</sub> (b) e cenário A<sub>2</sub> (c) nas regiões: Litoral, Agreste, Brejo, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão.

Figura 10a no cenário normal observam-se deficiências hídricas entre setembro a fevereiro, retirada d'água de setembro e dezembro, reposição d'água de março e abril, excedentes hídricos entre maio a agosto com destaque o mês de junho que recebeu a maior contribuição do excedente hídrico. No cenário B<sub>2</sub> (redução de 10% nos índices pluviométricos e aumento de 1 °C na temperatura) ocorreram aumentos nas deficiências hídricas, registraram-se diminuições nos elementos: reposições e retiradas d'água e nos excedentes hídricos, (Figura 10b). No cenário A<sub>2</sub> (redução de 20% nos índices pluviométricos e aumento de 4 °C na temperatura) não ocorreu excedentes hídricos, as deficiências atingem valores extremos e a reposição d'água ocorreu em apenas pouco dias dos meses de junho e julho não chegando a atingir a capacidade de campo. (Figura 10c).

**Figura 10.** Balanço hídrico normal (a), cenário B<sub>2</sub> (b), cenário A<sub>2</sub> (c) na região do litoral.

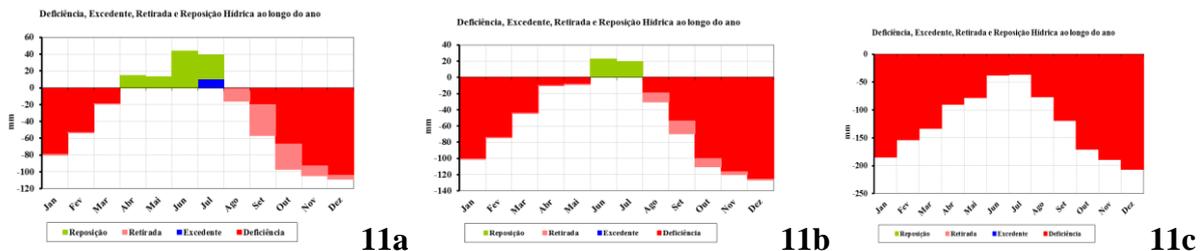


Fonte: Medeiros, (2020).

Na Figura 11 observam-se os gráficos do balanço hídrico normal (11a), cenário B<sub>2</sub> (11b), cenário A<sub>2</sub> (11c) na região do Agreste paraibano. Registraram-se excedentes em julho, deficiências entre agosto a março, retiradas e reposições d'água superiores aos 90 dias. (Figura 11a). Figura 11b. Para o cenário B<sub>2</sub> as deficiências hídricas registraram-se nos meses

de agosto a maio, reposição d'água nos meses de junho e julho, retirado d'água de agosto a novembro. Na Figura 11c para o cenário A<sub>2</sub> predominam a deficiência hídrica em todos os meses. Estudo como o de Marengo et al. (2011); Medeiros (2013a) vem a corroborar com os resultados encontrado no presente artigo.

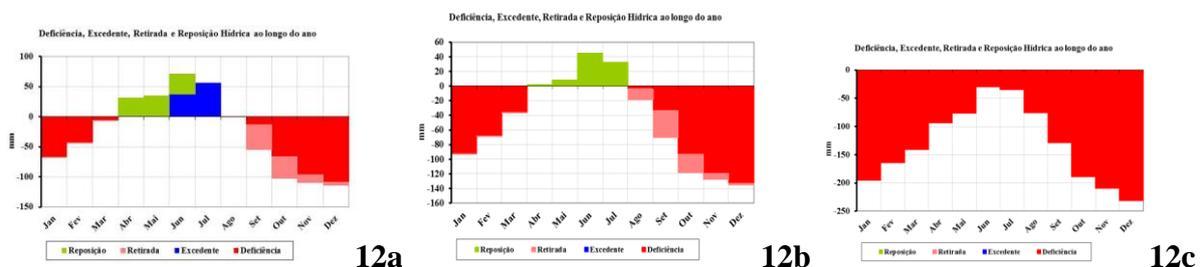
**Figura 11.** Balanço hídrico normal (11a), cenário B<sub>2</sub> (11b), o cenário A<sub>2</sub> (11c) na região do Agreste.



Fonte: Medeiros, (2020).

Na Figura 12 observa-se o gráfico do balanço hídrico normal (12a), cenário B<sub>2</sub> (12b), cenário A<sub>2</sub> (12c) na região do Brejo paraibano. Na Figura 12a ocorreram excedentes hídricos nos meses de junho, julho, reposição d'água de abril a junho, retirada d'água dentre setembro a novembro, deficiências hídricas ocorreram nos meses de setembro a março, Para o cenário B<sub>2</sub> (Figura 12b) não se registrou excedentes hídricos, as reposições d'água ocorreu entre abril a maio não alcançando a CAD de 100 mm, a retirada d'água de agosto a novembro e as deficiências hídricas entre os meses de agosto a março. Na Figura 12c representativa do cenário A<sub>2</sub> só registrou-se deficiência hídrica durante o ano estudado.

**Figura 12.** Balanço hídrico normal (12a), cenário B<sub>2</sub> (12b), cenário A<sub>2</sub> (12c) na região do brejo.

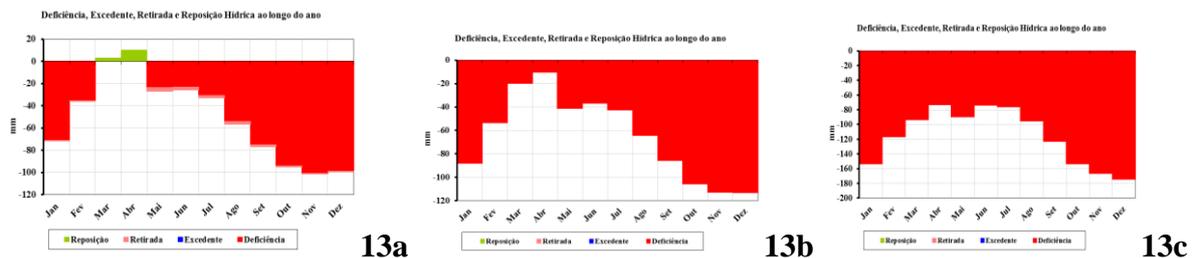


Fonte: Medeiros, (2020).

Na Figura 13 observam-se as variabilidades do balanço hídrico normal (13a), cenário B<sub>2</sub> (13b), cenário A<sub>2</sub> (13c) na região do Cariri/curimatau.

Na Figura 13a para o BHC normal predominam a reposição d'água nos mês de março e abril, a retirada d'água entre maio a setembro, as deficiências hídricas registou-se entre os meses de maio a fevereiro. Nas Figuras 12b e 12c, observa-se a predominância da deficiência hídrica em todos os meses, fato que poderá vim a causar grandes impactos socioeconômicos e agropecuários na região. O estudo de Carvalho & Stipp (2004), corroboram com os resultados encontrados neste estudo.

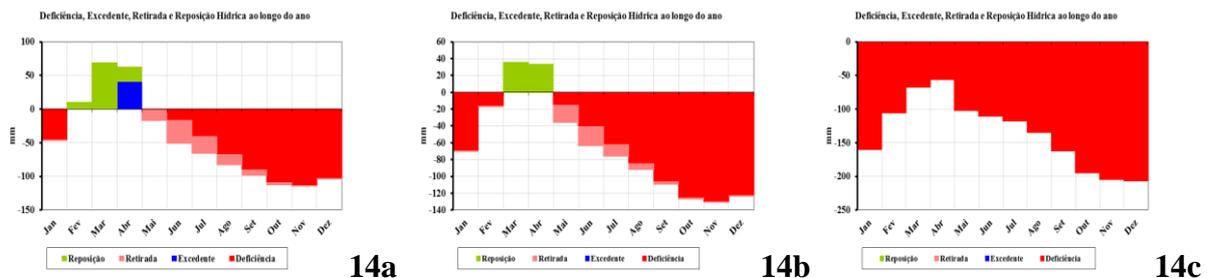
**Figura 13.** Balanço hídrico normal (13a), cenário B<sub>2</sub> (13b), cenário A<sub>2</sub> (13c) na região do Cariri/curimatau.



Fonte: Medeiros, (2020).

A Figura 14 demonstra o balanço hídrico normal (14a), cenário B<sub>2</sub> (14b), cenário A<sub>2</sub> (14c) na região do Sertão. No BHC normal (Figura 14a) observa-se que o excedente hídrico registrou-se no mês de abril, a reposição d'água no solo ocorreu entre fevereiro a abril, a retirada d'água registrou-se entre os meses de maio a setembro e as deficiências hídricas entre junho a janeiro. Na Figura 14b registra-se reposição d'água de março e abril, nos demais meses as deficiências hídricas predominaram. No cenário A<sub>2</sub> (Figura 14c) registram-se deficiências de moderada a alta intensidade nos meses do ano.

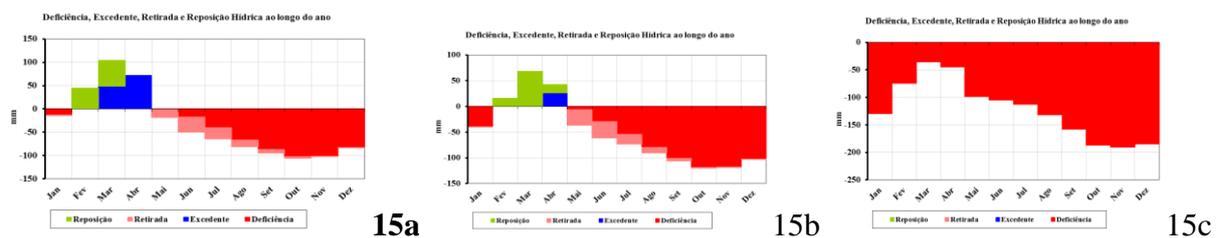
**Figura 14.** Balanço hídrico climatológico normal (14a), cenário B<sub>2</sub> (14b), cenário A<sub>2</sub> (14c) na região do Sertão.



Fonte: Medeiros, (2020).

Na Figura 15(a, b, c) têm-se a representação do balanço hídrico normal (15a), cenário B<sub>2</sub> (15b) e cenário A<sub>2</sub> (15c) na região do Alto Sertão. Na Figura 15a ocorreram excedentes em março e abril, deficiências entre junho e janeiro, reposição águas no solo nos meses de fevereiro e março e as retiradas d'água do solo entre maio a outubro. Na Figura 15b observam-se excedentes hídricos no mês de abril, deficiências hídricas entre maio a janeiro, a retirada d'água de maio a setembro, reposição d'água nos meses de fevereiro e abril. As deficiências estão presentes em todos os meses no cenário A<sub>2</sub> (Figura 15c).

**Figura 15.** Balanço hídrico o normal (15a), cenário B<sub>2</sub> (15b), cenário A<sub>2</sub> (15c) na região do Alto Sertão.



Fonte: Medeiros, (2020).

#### 4. Considerações Finais

Os índices evapotranspirativos registraram-se acréscimos para todas as regiões nos cenários em estudos. Os índices evaporativos apresentaram reduções nos dois cenários (B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub>). As deficiências as irregularidades dos excedentes hídricos foram registrados em todos os cenários;

Nos cenários B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub> registraram-se reduções erosivas nas regiões estudadas, indicando que o solo está completamente compacto;

Os cenários otimistas (B<sub>2</sub>) e pessimista (A<sub>2</sub>), registram situações críticas nas condições do solo da área estudada ocasionando impactos nos recursos hídricos e nas culturas de sequeiro;

O índice erosivo R por região estudada foi de 43.776,3 MJ mm ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, Litoral; 25.135,1 MJ mm ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, Agreste; 30.675,9 MJ mm ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, Brejo; 17.361,8 MJ mm ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, Cariri/Curimataú; 24.140,5 MJ mm ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, Sertão e Alto Sertão 27.326,9 MJ mm ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo de moderada a alta, concentração erosiva das chuvas. Existe a necessidade do planejamento prévio de terrenos para implantações de pomares e de projetos agrícolas, para

que não ocorra o deslocamento de terra, monitoramento das mudanças que ocorrem no solo, principalmente em regiões de encosta levando em consideração as curvas de níveis do terreno;

Os índices pluviométricos nos cenários B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub> tende a ocasionar maiores incidências erosivas visto que se esperam chuvas fortes de alta magnitudes distribuídos em intervalo de tempo reduzidos;

As variáveis meteorológicas estudadas e discutidos mostram que para os cenários B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub>, ocorreram mudanças bruscas e que os habitantes deverão mudar de estratégias no futuro em relação aos plantios, irrigação, lazer, armazenamento de água e condições de sobrevivência, sendo necessário planejamento futuro para construções de cisternas e outros similares para a realização de armazenamento de água e minimização dos impactos.

## Referências

AESA. Agência Executiva da Gestão das Águas da Paraíba. João Pessoa, 2019. Recuperado de <http://geo.aesa.pb.gov.br>

Almeida, H. A., & Pereira, F. C. (2007). Captação de água de chuva: uma alternativa para escassez de água. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 15, Aracaju, SE, 2007, Anais..., Aracaju: CD-ROM.

Almeida, H. A., & Silva, L. (2004). Modelo de distribuição de chuvas na cidade de Areia, PB. In: I Congresso Intercontinental de Geociências, Fortaleza, CE, Anais..., Fortaleza, 2004.

Barbosa, G. S., Iost, C., Schiessl, M. A., & Maciel, G. F. (2000). Estimativa da erosividade da chuva) na Bacia Hidrográfica do rio Manoel Alves Grande localizado no cerrado tocantinense. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 16. Belém.

Bezerra, B. G., Araújo, J. S., Pereira, D. D., Laurentino, G., & Silva, L. L. (2014). Zoneamento agroclimático da palma forrageira (*Opuntia sp.*) para o estado da Paraíba. Ver. Bras. de Eng. Agrícola Ambiental, 18(7), 755–761.

Campos, C. G. C. (2010). Padrões Climáticos Atuais e Futuros de Temperatura do Ar na Região Sul do Brasil e Seus Impactos nos Cultivos de Pêssego e Nectarina. 191 f. Tese (Doutorado Meteorologia). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

Carvalho, S. M., & Stipp, N. A. F. (2004). Contribuição ao estudo do balanço hídrico no estado do Paraná: Uma proposta de classificação qualitativa. *Geografia, Londrina*, 13(1), 45-57.

Cavalcanti, E. P., & Silva, E. D. V. (1994). Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8, 1994. Belo Horizonte, Anais. Belo Horizonte: SBMET, 1, 154-157.

Cavalcanti, E. P., Silva, V. P. R., & Sousa, F. A. S. (2006). Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10 (1), 140-147.

CPRM. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, Diagnóstico do Município de Cabaceiras, Estado da Paraíba. 43. 2005.

Folhes, M. T., & Fisch, G. (2006). Caracterização e estudo de tendência nas séries temporais de temperatura do ar e precipitação em Taubaté (SP). *Revista Ambiente e Água – A Interdisciplinary Journal of Applied Scienc*, 1(1), 61-71.

Gomes, A. R. (2005). Avaliação da vulnerabilidade à perda de solo em região semiárida utilizando sensoriamento remoto e geoprocessamento – área piloto de Parnamirim (PE). São José dos Campos, São Paulo. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) -Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 163f.

Graf, W. L. (1988). *Fluvial Processes in Dryland Rivers*. Springer-Verlag, Berlin. 346.

Holanda, R. M., Medeiros, R. M., Silva, V. P. R. (2016). Recife-PE, Brasil e suas flutuabilidades da precipitação decadal. *Natureza, Sociobiodiversidade e Sustentabilidade*, 26 a 29 de outubro, 2016. Universidade Nacional, Sede Chorotega Nicoya, Costa Rica. 230-245.

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. *Climate Change 2001: Impact's, Adaptation and Vunerability. A Report of Working Group II of Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2001a.

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC.). Climate Change 2001: Impact's, Adaptation and Vulnerability. A Report of Working Group II of Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001b.

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. Climate Change – the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 2007.

Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível: GS. 2014.

Jenkins, G. B. R., Costa. M., Gerard. D., Lima, J. W. R. (2005). Stabilising Climate to Avoid Dangerous Climate Change - A Summary of Relevant Research at the Hadley Centre. Hadley Centre, January. 10(65), 130-145.

Lacerda, F. F., Assis, J. M. O., Moura, M. S. B., Silva, L. L., Souza, L. S. B. (2010). Índices Climáticos Extremos ara o Município de Petrolina, PE. In XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Belém – PA.

Köppen, W. (1931). Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science. Berlin: Walter de Gruyter. P.388.

Köppen, W., Geiger, R. (1928). Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm.

Marengo, J. A., Soares, W. R., Saulo, C., Nicolini, M. (2004). Climatology of the low-level Jet East of the Andes as Derived from NCEP-NCAR Reanalyses: Characteristics and Temporal Variability. Journal of Climate, 17(12), 2261 - 2280.

Marengo, J. A., Camargo, C. G. (2007). Trends in Extreme air temperatures in Southern Brazil, International Journal Climatology, 28, 893-904.

Marengo, J. A., Rusticucci, M., Penalba, O., Renom, M. (2010). An intercomparison of observed and simulated extreme rainfall and temperature events during the last half of the twentieth century: part 2: historical trends. *Climatic Change*. 98(3-4), 509-529.

Marengo, J. A., Nobre, C. A., Chou, S. C., Tomasella, J., Sampaio, G., Alves, L. M., Obregon, G. O., Soares, W. R., Betts, R., Gillin, K. (2011). Riscos das Mudanças Climáticas no Brasil Análise conjunta Brasil-Reino Unidos sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia. 56p. 2011.

Medeiros, R. M., et al.(2012). Avaliação do índice da erosividade da chuva no município de Areia - PB no período de 1910 – 2010. INOVAGRI International Meeting. IV WINOTEC Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação. 28 a 31 de maio de 2012. Fortaleza-Ceara-Brasil.

Medeiros, R. M. (2013a). Estudo Agrometeorológico para o Estado da Paraíba. 138. Reedições e divulgações Avulsas. 2013.

Medeiros, R. M. (2013). Balanço hídrico em planilhas eletrônicas, conforme modelo de Thornthwaite, (1948, 1957). 2013.

Medeiros, R. M., Silva, V. P. R., Gomes Filho, M. F. (2013). Análise hidroclimática da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – Piauí. *Revista de Engenharia e Tecnologia*. 5(4), 151-163.

Medeiros, R. M., et al., (2012). Balanço Hídrico Climatológico, em Decorrência do Aquecimento Global, no Município de Picuí - Semiárido Paraibano. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 1, 59-72.

Medeiros, R. M., Sousa, F. A. Z., & Gomes Filho, M. F. Variabilidade espaço temporal da precipitação na área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – PI. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 7(2), 211-222. 2014.

Medeiros, R. M., Matos, R. M., Silva, P. F., Saboya, L. M. F. (2015). Cálculo do balanço hídrico e da erosividade para o município de Cabaceiras - PB. *Revista Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, 11(21), 2894.

Medeiros, RM et al. (2015). Variabilidade da Temperatura Média do Ar no Estado da Paraíba-Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.8, n.1, p.128-135.

Menezes, M. D., & Leite, F. P. (2011). Avaliação e espacialização da erosividade da chuva no Vale do Rio Doce, região centro-leste de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34, 1029-1039.

Nobre, P., Melo, A. B. C. (2001). Variabilidade climática intra-sazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998 – 2000. *Climanálise*, CPTEC/INPE, São Paulo.

Noronha, G. C. D., Hora, M. D. A. G. M., Silva, L. P. D. (2016). Rain Anomaly Index Analysis for the Santa Maria/Cambiocó Catchment, Rio de Janeiro State, Brazil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 31(1),74-81.

Santana, M. O., Sedyama, G. C., Ribeiro, A., Silva, D. D. (2007). Caracterização da estação chuvosa para o estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 15(1), 114-120.

Santos, D. C., Medeiros, R. M., Brito, J. I. B. (2014). Balanço Hídrico Climatológico e Erosividade em Função das Mudanças Climáticas em Santa Filomena – PI/Brasil. *Revista Pernambucana de Tecnologia*, Recife, 2(2), 18–28.

Santos, G. O., Hernandez, F. B. T., Rossetti, J. C. (2010). Balanço Hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 4(3), 142–149.

Santos, C. A. G., Silva, R. M., Srinivasan, V. S. (2007). Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semi-árido da Paraíba. *Revista OKARA: Geografia em debate*, 1(1), 16-32.

Santos, R. F., Carlesso, R. (1998). Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2(3), 287-294.

Santos, J. A. (2007). Análise dos riscos ambientais relacionados às enchentes e deslizamentos na favela São José, João Pessoa – PB. 122p. Dissertação (Mestrado em Geografia). PPGG, Universidade Federal da Paraíba.

Silva, V. P. R. (2004). On climate variability in Northeast of Brazil. *Journal of Arid Environments*, (58), 575-596.

Sousa, R. F., Motta, J. D., Gonzaga, E. M., Fernandes, M. F., Santos, M. J. (2003). Aptidão agrícola do Assentamento Venâncio Tomé de Araújo para a Cultura do Sorgo (*Sorghum bicolor* - L. Moench). *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 3(2). 160-176. 2003.

Soriano, B. M. A. (1997). Caracterização climática de Corumbá - MS. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 25p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 11).

SUDENE. (1990). Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - Dados pluviométricos mensais do nordeste – Série pluviometria 5. Estado do Paraíba. Recife, p.239.

Thornthwaite, C. W. (1948). An Approach Toward a Rational Classification of Climate. *Geogr. Rev*, 38, 55-94.

Thornthwaite, C. W., & Mather, J. R. (1955). The water balance. *Publications In Climatology*. New Jersey: Drexel Institute Of Technology, 104.

Wischmeier, W. H., Johnson, C. B., Cross, B. V. (1971). A soil erodibility nomograph for farmaland and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, 26, 189-193.

Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1958). Rainfall energy and its relationship to soil loss. *Transactions of the American Geophysical Union*, Washington, 39(2), 285-291.

Wischmeier, W. H., Smith, D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington: USDA, 58.

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Manoel Viera de França – 25%

Raimundo Mainar de Medeiros – 25%

Wagner Rodolfo de Araújo – 25%

Romildo Morant de Holanda – 25%