

**Balanço hídrico para diferentes capacidades de campo e a variabilidade erosiva pluvial no município de Amparo de São Francisco – SE, Brasil**

**Water balance for different field capacities and rainfall erosive variability in the municipality of Amparo de São Francisco - SE, Brazil**

**Balance hídrico para diferentes capacidades de campo y variabilidad erosiva pluvial en el municipio de Amparo de São Francisco - SE, Brasil**

Recebido: 27/08/2020 | Revisado: 04/09/2020 | Aceito: 06/09/2020 | Publicado: 07/09/2020

**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 em avaliar as condições hídricas por meio do panorama climático da variabilidade da capacidade de campo visando detectar as flutuações erosivas do solo, no município de Amparo de São Francisco – Sergipe pelo computo do balanço hídrico. Os dados de precipitações médias mensais e anuais foram adquiridos do banco de dados da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do estado do Sergipe, entre os anos de 1963 a 2019. Os dados de temperatura média foram estimadas pelo software Estima\_T para o mesmo período de estudo. A

metodologia aplicada para o computo do balanço hídrico foi de Thornthwaite. A capacidade de campo de 25 mm; 50 mm e 75 mm registraram índices erosivos altos. A capacidade de campo de 100 mm; 125 mm e 150 mm registraram-se erosividade moderada, e índices erosivos fracos para a capacidade de 175 mm. Os índices pluviométricos para as capacidades de campos estudadas deverão ocasionar mais incidências erosivas visto que se esperam chuvas fortes com grandes magnitudes e em curto intervalo de tempo. Os resultados obtidos indicam situações críticas das condições do solo da área estudada o que poderá ocasionar grandes impactos para os recursos hídricos e a prática de culturas de sequeiro.

**Palavras-chave:** Deficiência e excedente hídrico; Índices erosivos; Intensidades pluviométricas.

### **Abstract**

The objective is to evaluate the water conditions through the climatic panorama of the variability of the field capacity aiming to detect the erosive fluctuations of the soil, in the municipality of Amparo de São Francisco - Sergipe by computing the water balance. Data on average monthly and annual rainfall were acquired from the database of the Northeast Development Superintendence and the Technical Assistance and Rural Extension Company of the state of Sergipe, between the years 1963 to 2019. The average temperature data were estimated by Estima\_T software for the same study period. The methodology applied for computing the water balance was by Thornthwaite. Field capacity of 25 mm; 50 mm and 75 mm recorded high erosion rates. Field capacity of 100 mm; 125 mm and 150 mm showed moderate erosivity, and weak erosive indices for the 175 mm capacity. The rainfall rates for the studied field capacities are expected to cause more erosive incidences since heavy rains with great magnitudes and in a short period of time are expected. The results obtained indicate critical situations of the soil conditions of the studied area, which may cause great impacts on water resources and the practice of rainfed crops.

**Keywords:** Water deficiency and surplus; Erosive indices; Rain intensities.

### **Resumen**

El objetivo es evaluar las condiciones del agua a través del panorama climático de la variabilidad de la capacidad de campo con el objetivo de detectar las fluctuaciones erosivas del suelo, en el municipio de Amparo de São Francisco - Sergipe mediante el cálculo del balance hídrico. Los datos de precipitación promedio mensual y anual se adquirieron de la base de datos de la Superintendencia de Desarrollo del Nordeste y la Empresa de Asistencia Técnica y Extensión Rural del estado de Sergipe, entre los años 1963 al 2019. Los datos de

temperatura promedio fueron estimados por Software Estima\_T para el mismo período de estudio. La metodología aplicada para calcular el balance hídrico fue de Thornthwaite. Capacidad de campo de 25 mm; 50 mm y 75 mm registraron altas tasas de erosión. Capacidad de campo de 100 mm; 125 mm y 150 mm mostraron erosividad moderada e índices de erosión débiles para la capacidad de 175 mm. Se espera que las tasas de precipitación para las capacidades de campo estudiadas causen más incidencias erosivas ya que se esperan lluvias fuertes con grandes magnitudes y en un corto período de tiempo. Los resultados obtenidos indican situaciones críticas de las condiciones del suelo del área de estudio, que pueden ocasionar grandes impactos en los recursos hídricos y la práctica de cultivos de secano.

**Palabras clave:** Deficiencia y excedente de agua; Índices erosivos; Intensidades de lluvia

## 1. Introdução

Uma das principais características do clima semiárido é a irregularidade das chuvas, que associada com a sua alta variação ano a ano, impactam diretamente as atividades agropecuárias Oliveira & Oliveira (2017); Martins et al. (2018), tendo em vista proporcionar maior segurança aos sistemas produtivos, sobretudo, nas regiões Semiáridas, torna-se imprescindível uma boa gestão dos recursos hídricos, por meio de informações que auxiliem no monitoramento das atividades agrícolas e nas tomadas de decisões de como os índices erosivos estão atuando em conformidade com os autores Oliveira & Oliveira, (2018); Paredes-Trejo, Barbosa & Laskshmiming-Kumar, (2017).

Carvalho & Stipp (2004) utilizaram o balanço hídrico (BH) como uma proposta de classificação qualitativa para os índices pluviiais e as variabilidades das temperaturas, com os dados do balanço hídrico determinaram-se os períodos mais críticos de deficiência hídrica no solo, demonstrando para os tomadores de decisões de serviços públicos, as possibilidades para tendências nos cenários agrícolas futuros, onde estratégias devem ser tomadas a fim garantirem maiores e melhores produções, Santos, Hernandez & Rossetti (2010).

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, Matos, Silva & Saboya, 2015). Segundo os autores (Assad et al., 2004) os zoneamentos de aptidão agroclimática e as informações sobre as condições térmicas

regionais, são elementos imprescindíveis à sustentabilidade e a socioeconômica. As problemáticas esperadas são reduções nos índices pluviométricos que poderão atingir a faixa de 60% dos valores mensais, com isto os reservatórios de armazenamento d'águas ficarão obsoletos restringindo ainda mais a água potável para a sobrevivência humana, animal e vegetal afetando, a fauna e a flora e podendo algumas espécies ser extintas (Marengo et al., 2011).

França et al., (2020) estimar o balanço hídrico climatológico normal em fase dos fenômenos El Niño(a), visando à ocorrência da variabilidade erosiva para o município de Amparo de São Francisco – SE, disponibilizando informações aos tomadores de decisões governamentais para que possam realizar planejamento que visem conter perdas de solo na região. Os índices de aridez tem maior contribuição para o processo erosivo foi registrado no período de ocorrência de La Niña (3,63%), seguidamente dos períodos de El Niño (21,78%) e da série pluvial (1963-2019) (35,85%). Os índices hídricos apresentaram as seguintes variabilidades para o período da série (-12,37%), El Niño (10,96%) e La Niña (71,06%). Os índices de umidade oscilaram com 8,76% na série, 24,02% no El Niño e 73,23% na La Niña. Sabe-se que quanto menor o Ia maior a ocorrência da erosão.

Medeiros et al., (2015) realizaram o computo do BH e da erosividade pluvial levando-se em conta cenários médios mensais com redução pluvial de 10% e acréscimo no índice térmico 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. Utilizaram-se dados mensais e anuais pluviais e térmicos do ar estimada referente ao período de 1950-2010. No índice de Erosividade das Chuvas (R) utilizou-se da Equação Universal de Perdas de Solo. Os resultados obtidos mostram que nos cenários otimistas (B<sub>2</sub>) e pessimistas (A<sub>2</sub>) chama a atenção para as ocorrências críticas das condições de perda de solo, onde afeta os recursos hídricos e os cultivos de sequeiro; os índices pluviais para o cenário A<sub>2</sub>, não são suficientes para diversas culturas; a área em estudo enquadra-se como sendo de alta erosividade pluvial onde o R encontrado foi de 11.701,1 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

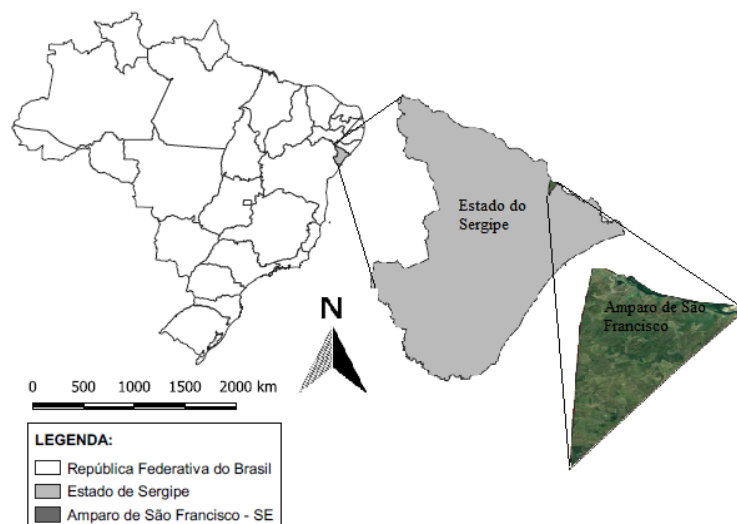
Medeiros et al. (2012) encontraram a erosivibilidade para a cidade de Areia de 31.528,8 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano. Estabeleceram que os maiores índices de erosividade foram registrados nos meses de março a agosto, que coincidem com o período chuvoso e a capacidade de campo atinge valores máximos, com restos de cultivos. De setembro até a primeira quinzena do mês de fevereiro ocorreram reduções nos índices erosivos, sendo de fato o período seco e o início das chuvas de pré-estação.

Este trabalho tem como objetivo avaliar as condições hídricas por meio do panorama climático da variabilidade da capacidade de campo, visando detectar as flutuações erosivas do solo no município de Amparo de São Francisco – Sergipe, pelo computo do balanço hídrico.

## 2. Metodologia

O município Amparo de São Francisco posiciona-seno nordeste do Estado de Sergipe e tem como limite os municípios de Telha a Leste e a Sul, Canhoba a Oeste e o Estado de Alagoas a Norte. Com uma área municipal de 39,8 km<sup>2</sup>e com altitude de 51 metros e de coordenadas geográficas de 10°08'04" de latitude sul e 36°55'46"de longitude Oeste. (Figura 1).

**Figura 1.** Posicionamento de Amparo de São Francisco dentro do estado do Sergipe.



Fonte: França (2020).

O Município de Amparo de São Francisco (Figura 1) está localizado em uma região distinguida por duas estações bem definidas, um período chuvoso, fluindo de fevereiro a agosto e seu período seco, compreendido entre os meses de setembro a janeiro. De acordo com a classificação climática de Köppen (1928) e de Köppen & Geigem (1931), Amparo de São Francisco tem o clima do tipo “As” (quente e úmido Tropical chuvoso). Estudos com os autores: Medeiros, (2020); Alvares et al., (2014). Conseguiram o mesmo tipo de classificação climática para a área de estudo.

Convém lembrar que o período chuvoso é caracterizado por frequentes e intensos índices pluviométricos em pequenos intervalos de tempo o que favorece o surgimento de erosões,

visto que pela frequência da chuva em um período curto, a água não infiltra no solo como devia e acaba realizando o carreamento das partículas sólidas, pelo escoamento superficial da água da chuva (runoff).

A área de estudo posiciona-se na bacia do rio São Francisco, onde o escoamento das águas tende a ir ao encontro do rio principal e desta forma, começa a modelar o terreno. Tendo em vista que as águas decorrentes dos índices pluviométricos durante o processo do escoamento superficial procuram caminhos naturais para o seu escoamento, cuja tendência é que a água escoe de pontos elevados para pontos mais baixos do percurso principal do rio São Francisco. Os tipos de solos predominante na região são do tipo neossolo flúvico, as margens do rio São Francisco e em sequência na orientação sul aparece os solos do tipo neossololítico.

Utilizaram-se dados de precipitação média mensal e anual adquiridos do banco de dados da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do estado do Sergipe (EMATER-SE, 2020) para o período de anos de 1963 a 2019.

Utilizou-se dos valores da temperatura média do ar estimadas pelo software Estima\_T (Cavalcanti & Silva, 1994; Cavalcanti, Silva & Sousa 2006, para o mesmo período pluviométrico. Determinaram-se os coeficientes da função quadrática para as temperaturas médias, máximas e mínimas mensais em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude de acordo com os autores Cavalcanti & Silva (2006) dada por:

$$T = C_0 + C_1\lambda + C_2\varnothing + C_3h + C_4\lambda^2 + C_5\varnothing^2 + C_6h^2 + C_7\lambda\varnothing + C_8\lambda h + C_9\varnothing h$$

Em que:

$C_0, C_1, \dots, C_9$  são as constantes;

$\lambda, \lambda^2, \lambda \varnothing, \lambda h$  longitude;

$\varnothing, \varnothing^2, \lambda \varnothing$  latitude;

$h, h^2, \lambda h, \varnothing h$  altura.

Também estimaram a série temporal de temperatura, adicionando a esta à anomalia da temperatura do Oceano Atlântico Tropical (Cavalcanti, Silva & Sousa, 2006).

Em que:

$$T_{ij} = T_i + AAT_{ij}$$

$i= 1,2,3,\dots,12$

$j= 1950, 1951, 1952,\dots,2019$

Em que:

$i= 1,2,3,\dots,12$

$j= 1950, 1951, 1952, 1953\dots,2019$ .

Utilizaram-se do método de Thornthwaite (1948); Thornthwaite & Mather (1955) para o cálculo BH em escala mensal para a área municipal de São Bento do Una, ou seja, o BH, elaborado a partir das normais climatológicas de temperatura e precipitação média. Essa técnica é utilizada para trabalhar com dados de balanço global d'água do ponto de vista climatológico. Através da contabilização do suprimento natural d'água no solo, pela chuva e irrigação.

### **3. Resultados e Discussão**

Na Figura 2 tem-se o gráfico do balanço hídrico com capacidade de campo de 25 mm, registrou-se excedente hídrico nos meses de maio a agosto, reposição de água nos meses de abril e maio, retirada de água no solo entre setembro e outubro e deficiência hídrica nos meses de setembro a março. O mês de abril e agosto foi o período de maior poder erosivo para a área de estudo, visto que se registraram chuvas de intensidade moderada e em curto intervalo de tempo. Estes resultados estão em conformidade com os estudos do IPCC (2014); Marengo et al., (2011); Araújo, Medeiros & França (2020); Medeiros (2019).

**Figura 2.** Gráfico do balanço hídrico com capacidade de campo de 25 mm para Amparo de São Francisco – SE compreendido entre 1963-2019.

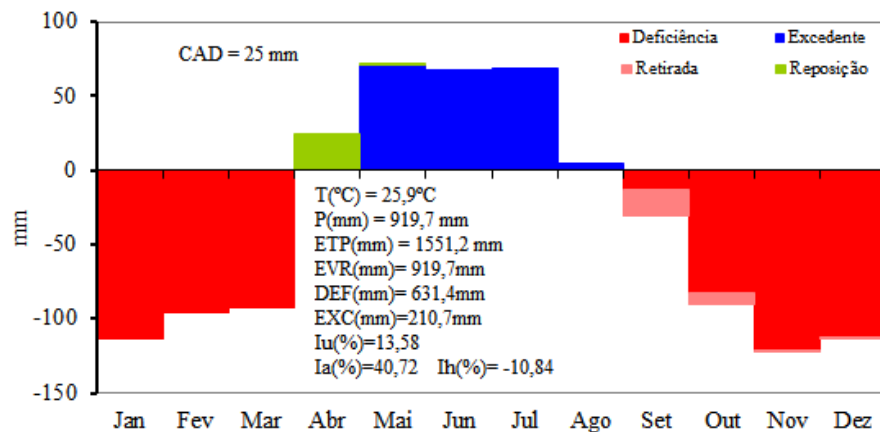
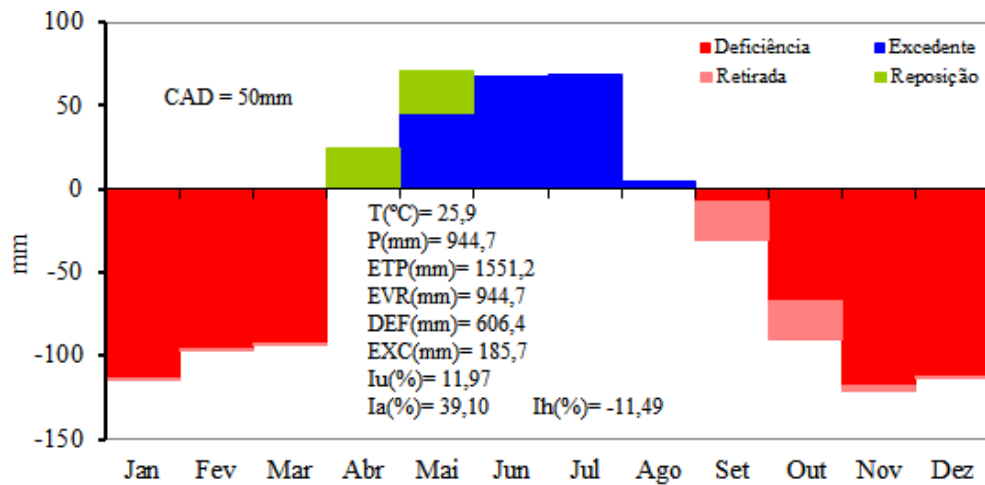


Figura 3. Gráfico do balanço hídrico com capacidade de campo de 50 mm para Amparo de São Francisco – SE compreendido entre 1963-2019. Registraram-se excedentes hídricos entre abril a agosto; reposição de água no solo nos meses de abril e maio; retirada de água no solo entre setembro e dezembro e deficiência hídrica nos meses de setembro a março. Resultados similares foram encontrados por Duarte & Medeiros (2020) e corroboram com o estudo em discussões.

Com a CAD de 50 mm registrou-se índices erosivos moderados ocasionados pela incidência pluvial em curto intervalo de tempo e de alta magnitude segundo o estudo de Marengo et al., (2011).



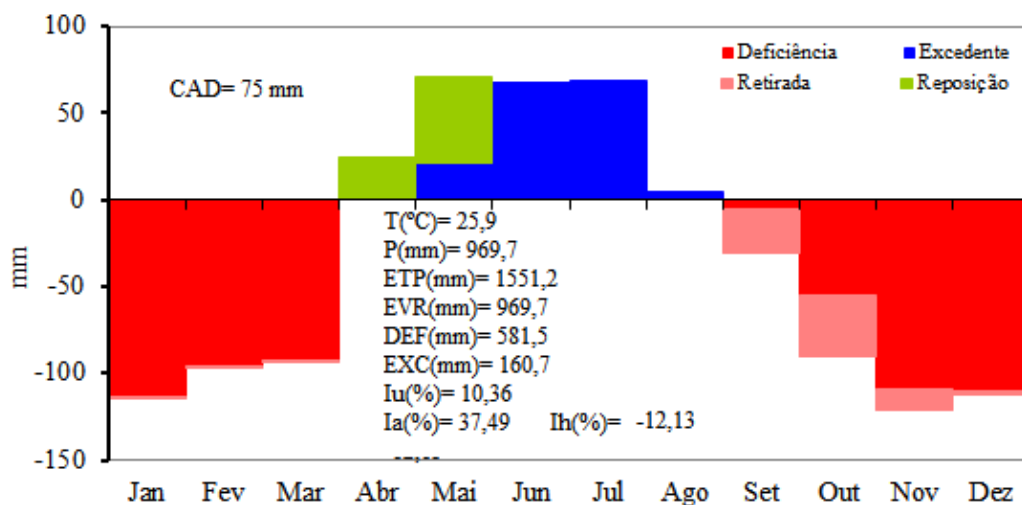
**Figura 3.** Gráfico do balanço hídrico com capacidade de campo de 50 mm para Amparo de São Francisco – SE compreendido entre 1963-2019.



Fonte: Medeiro, (2020).

Na Figura 4 tem a representação gráfica do balanço hídrico com capacidade de campo de 75 mm. Observam-se deficiências hídricas entre os meses de setembro a março, retirada de água nos meses de setembro a novembro, reposição de água no solo nos meses de abril e maio e entre maio a agosto ocorreu excedentes hídricos e ocasionou índices erosivos moderados devido a irregularidades das ocorrências dos índices pluviométricos. O estudo de França, Medeiros, Ferraz & Holanda (2018), corroboram com os resultados em discussões neste artigo.

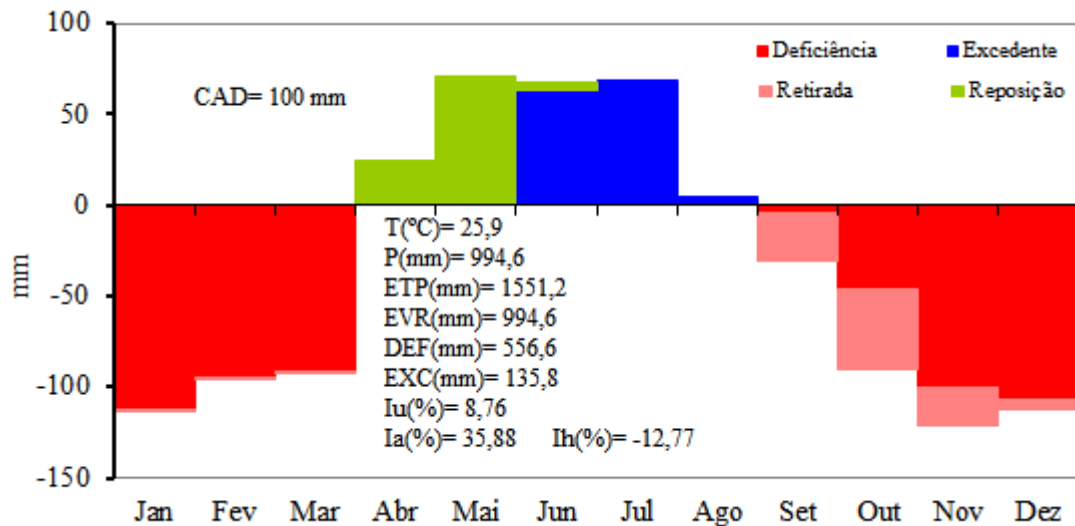
**Figura 4.** Gráfico do balanço hídrico com capacidade de campo de 75 mm para Amparo de São Francisco – SE compreendido entre 1963-2019.



Fonte: Medeiro, (2020).

Os excedentes hídricos ocorreram entre os meses de junho a agosto, reposição de água entre abril e junho, retirada de água no solo nos meses de setembro a dezembro e deficiência hídrica nos meses de setembro a março. Devido aos baixos índices pluviiais registrou-se baixa erosividade na área de estudo (Figura 5).

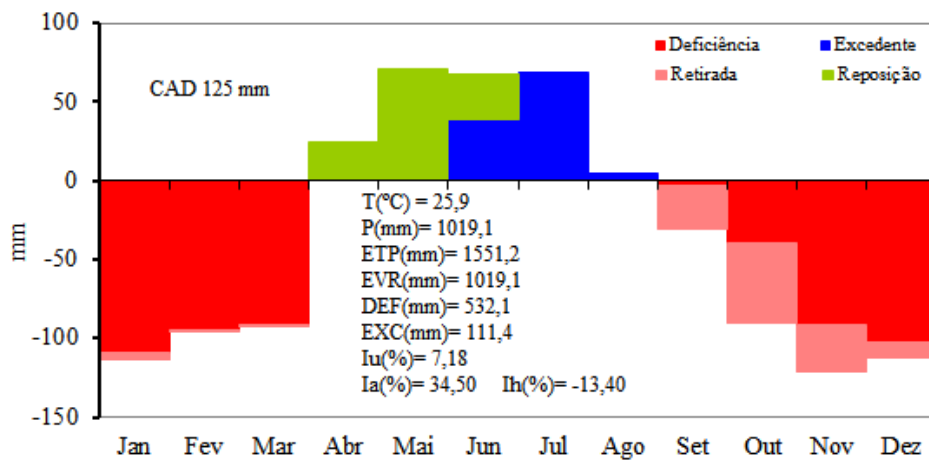
**Figura 5.** Gráfico do balanço hídrico com capacidade de campo de 100 mm para Amparo de São Francisco – SE compreendido entre 1963-2019.



Fonte: Medeiro, (2020).

A reposição de água no solo ocorreu entre abril a junho, os excedentes hídricos nos meses de junho a agosto, retirada de água no solo entre setembro e janeiro, as deficiências hídricas ocorreram nos meses de setembro a março. . O estudo de França, Medeiros, Ferraz & Holanda (2018), corroboram com os resultados em discussões neste artigo (Figura 6).

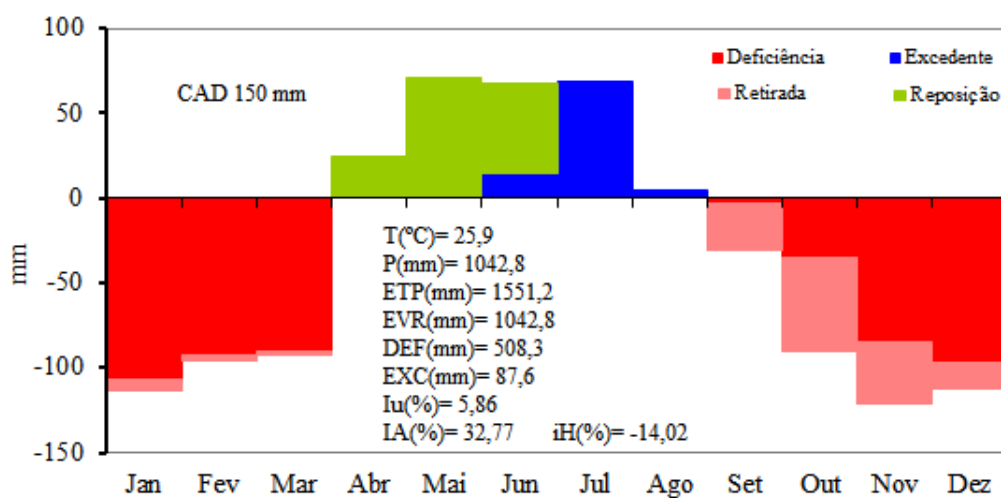
**Figura 6.** Gráfico do balanço hídrico com capacidade de campo de 125 mm para Amparo de São Francisco – SE compreendido entre 1963-2019.



Fonte: Medeiro, (2020).

Na Figura 7. Observam-se o gráfico do balanço hídrico com capacidade de campo de 150 mm onde se registra excedente hídrico nos meses de junho a agosto, reposição de água no solo nos meses de abril a junho, retirada d'água no solo entre setembro e março. A deficiência hídrica registrou-se nos meses de setembro a março. Os índices erosivos foram de baixa intensidade devido a irregularidade e a distribuição pluvial. Estudo como os dos Autores Medeiros & Holanda (2019) tem similitudes com os dados discutidos neste artigo.

**Figura 7.** Gráfico do balanço hídrico com capacidade de campo de 150 mm para Amparo de São Francisco – SE compreendido entre 1963-2019.

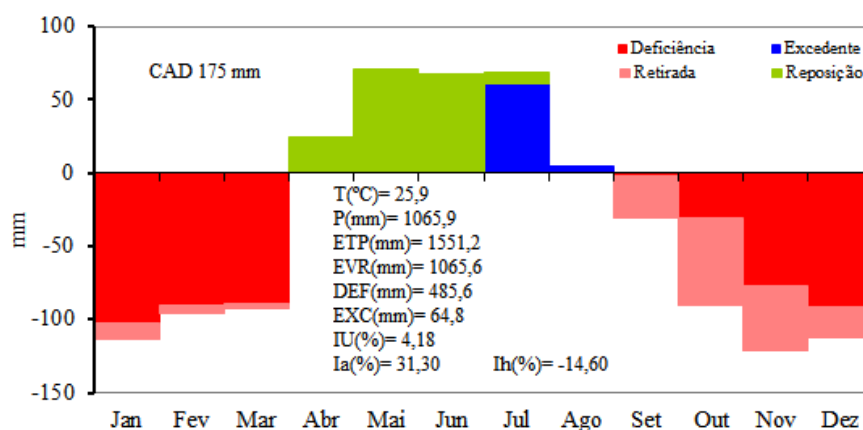


Fonte: Medeiro, (2020).

Na Figura 8 observa-se o gráfico do balanço hídrico para a capacidade de campo (CAD) de 175 mm. Observam-se deficiências hídricas entre os meses de outubro a março, retirada d'água nos meses de setembro a março. Reposição de água para os meses de abril a julho e excedente hídrico nos meses de julho e agosto. A CAD de 175 mm não ocasiona erosividade altas ou elevadas nos meses de registro de excedentes hídricos. Porém as chuvas ocorridas em curtos intervalos de tempo e de alta magnitude ocasiona altos índices erosivos e leva este volume erosivo para o leito do curso principal do rio São Francisco. Estudo como o dos autores Franca, Medeiros & Araújo (2020) corroboram com os resultados discutidos neste artigo.

As flutuações anuais do balanço hídrico para a CAD de 175 mm encontram-se no interior do gráfico para uma melhor visualização e compreensão dos leitores.

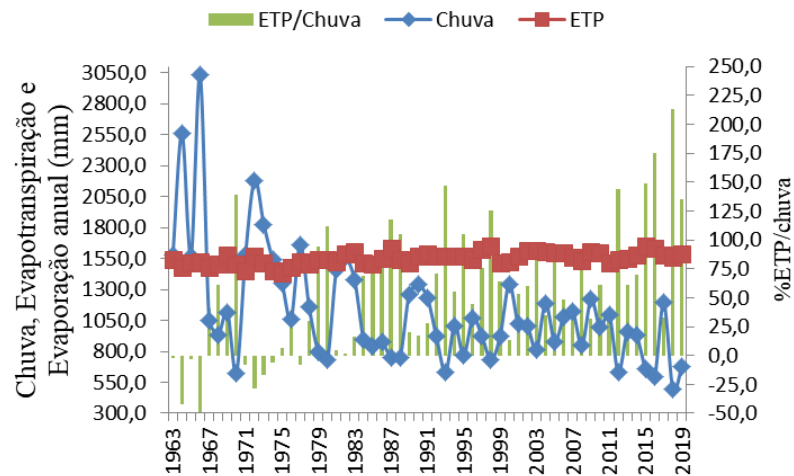
**Figura 8.** Gráfico do balanço hídrico com capacidade de campo de 175 mm para Amparo de São Francisco – SE compreendido entre 1963-2019.



Fonte: Medeiro, (2020).

Os percentuais evapotranspiração/chuva registraram índices negativos para os anos: 1965, 1966, 1967, 1971 a 1975 e 1978 com oscilações entre -50% a 0,2%. Os índices positivos da evapotranspiração (evapotranspirou acima dos valores pluviais) oscilaram de 0,1% a 220%. Estes índices foram ocasionados pela alta intensidade do vento, baixa cobertura de nuvem, resultados dos estudos de Marengo & Camargo (2011); IPCC (2014) e Holanda & Medeiros (2020) corroboram com os resultados deste estudo.

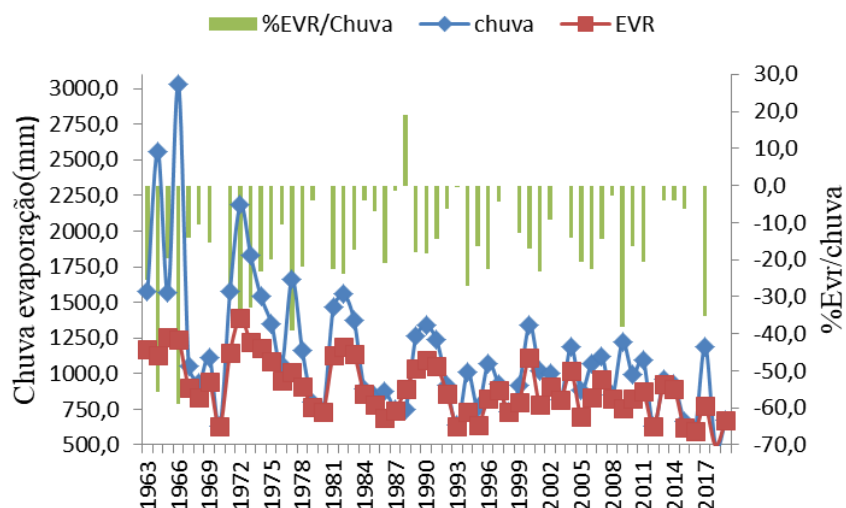
**Figura 9.** Gráfico da precipitação, evapotranspiração anual e seu índice percentual evapotranspiração/chuva para Amparo de São Francisco – SE compreendido entre 1963-2019.



Fonte: Medeiro, (2020).

Na Figura 10 observam-se as flutuações dos elementos precipitação, evaporação anual e seu índice percentual evaporação/chuva. Os índices percentuais de evaporação/chuva registram valores de evaporação bem abaixo dos índices pluviométricos exceto para o ano de 1988 que apresentou índice superior ao pluviométrico em 20%.

**Figura 10.** Gráfico da precipitação, evaporação anual e seu índice percentual evaporação/chuva para Amparo de São Francisco – SE compreendido entre 1963-2019.

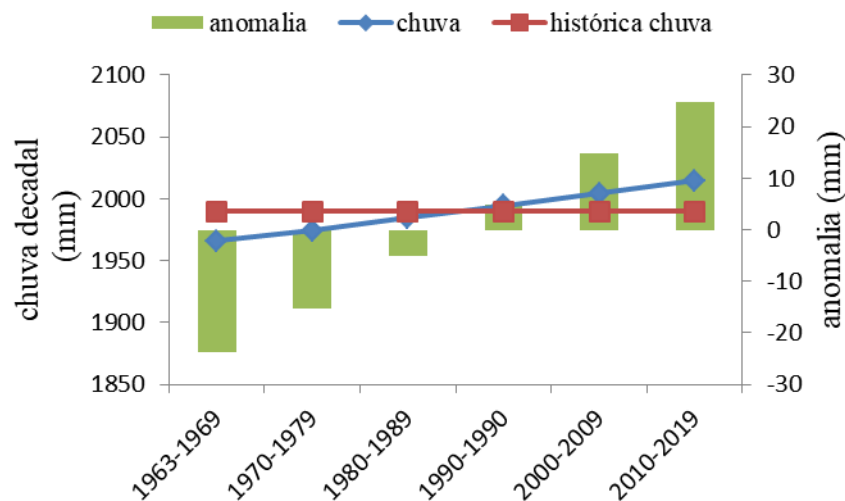


Fonte: Medeiro, (2020).

As décadas de 60, 70 e 80 registraram anomalias pluviométricas negativas e as demais décadas anomalias positivas. Com média histórica de 1989,7 mm e suas precipitações anuais

decadal oscilando de 1960 a 2028,9 mm (Figura 11). Resultados similares foram encontrados por Medeiros (2020); Medeiros & Holanda (2019), estes resultados vem a corroboram os resultados discutidos neste artigo.

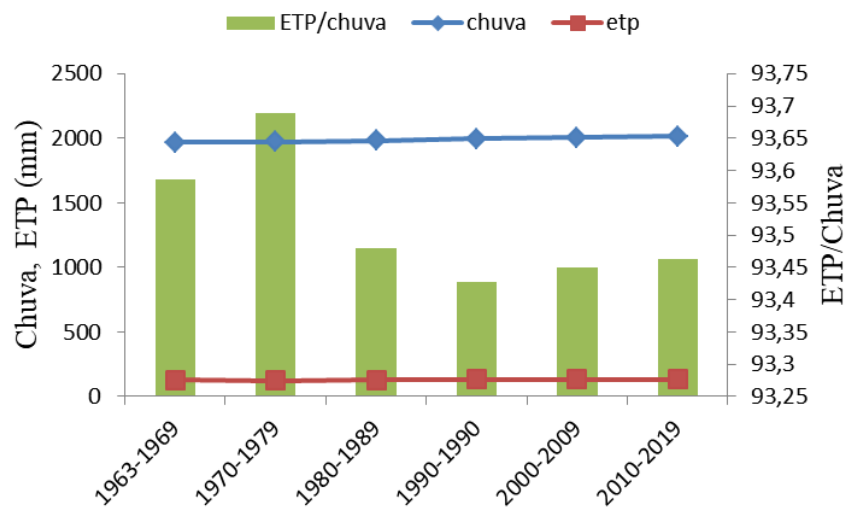
**Figura 11.** Gráfico da precipitação decadal e histórica e sua anomalia para Amparo de São Francisco – SE.



Fonte: Medeiro, (2020).

Na Figura 12 tem-se o gráfico da precipitação decadal e da evapotranspiração anual e do índice de evapotranspiração (ETP)/chuva. Com evaporação registrada abaixo da média pluvial oscilando entre 93,25 a 93,75%, mostra que os índices pluviais foram maiores que os valores da ETP para a área de estudo.

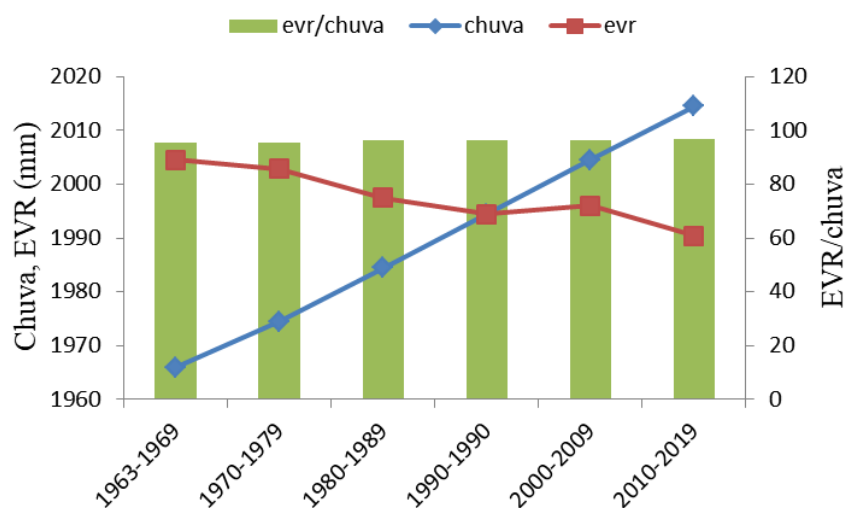
**Figura 12.** Gráfico da precipitação decadal e da evapotranspiração anual e do índice de ETP/chuva para Amparo de São Francisco – SE.



Fonte: Medeiro, (2020).

As chuvas foram menores que o poder evaporativo para as décadas de 60,70 e 80 e maiores nas décadas de 2000 e 2010, na década 90 os valores da chuva e evaporação (EVR) igualaram-se. O índice percentual oscilou entre 95,46 a 96,97% (Figura 13).

**Figura 13.** Gráfico da precipitação decadal e histórica e sua anomalia para Amparo de São Francisco – SE.



Fonte: Medeiro, (2020).

#### **4. Considerações Finais**

A ETP não registrou valores diferentes para as CAD estudadas; A EVR foi igual aos índices pluviiais para todas as CADs trabalhadas no artigo; As variabilidades para os EXC, DEF, Iu; Ia e Ih foram bastante diferenciadas para suas respectivas CAD de acordo com os dados expostos em todos os gráficos.

A capacidade de campo (CAD) de 25 mm; 50 mm e 75 mm registraram índices erosivos altos. A CAD de 100 mm; 125 mm e 150 mm registraram-se erosividade moderada, e índices erosivos fracos para a CAD de 175 mm.

Os índices pluviiais para CAD estudadas deverão ocasionar mais incidências erosivas visto que se esperam chuvas fortes com grandes magnitudes e em curto intervalo de tempo.

Os resultados obtidos indicam situações críticas das condições do solo da área estudada o que poderá ocasionar grandes impactos para os recursos hídricos e a prática de culturas de sequeiro.

Baseado nos valores das CAD a área de estudo registrou grande volumes de déficits hídricos.

Os problemas de erosão, na área de estudo, são resultantes da combinação de um rápido processo de ocupação dos solos e de um regime climático propício a sua ocorrência de forma intensa. Sendo que estes processos não são somente de formas físicas, sendo ocasionado pelo homem e a natureza.

#### **Referências**

Alvares, C., Stape, J., Sentelha, P., Gonçalves, J., & Sparovek, G. (2014). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorological Zeitschrift* 22, 711–728.

Araújo, W. R., Medeiros, R. M., & Franca, M. V. (2020). Espacialização da evapotranspiração na bacia hidrográfica do rio Ipojuca -PE, Brasil. *J. Biotec. Biodivers.* 8, 205 - 218, 2020.

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.



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.

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.

Duarte, J. F. M., & Medeiros, R. M. (2020). Bom Jesus Piauí e a aplicação do balanço hídrico para diferentes regimes pluviais usando a técnica dos quantis. Revista Equador. 9, 166 - 188,

EMATER-SE, (2020). Empresa Assistência Técnica do Estado do Sergipe. [www.wmaterse.gov.br](http://www.wmaterse.gov.br).

França, M. V., Medeiros, R. M., Araújo, W. R., & Holanda, R. M. (2020). Balanço hídrico e suas variabilidades em período de El Niño e La Niña visando às oscilações erosivas em Amparo de São Francisco – Sergipe – Brasil. Research, Society and Development, 9(9), e443996995, 2020 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6995>

Franca, M. V., Medeiros, R. M., & Araujo, W. R. (2020). Erosividade na bacia hidrográfica do rio Ipojuca, PE – Brasil. Research, Society and Development. 9, 63 - 90.

Franca, M. V., Medeiros, R. M., Ferraz, J. X. V., & Holanda, R. M. (2018). À erosão pluvial em Caruaru – PE, Brasil. Journal of Hyperspectral Remote Sensing. 8, 106 – 119.

Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC.(2014). 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.

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: Verlagcondicionadas. Justus Perthes. n.p. 1928.

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.

Martins, M. A., Tomasella, J., Rodriguez, D. A., Alvalá, R. C. S., Giarolla, A., Garofolo, L. L., Siqueira Júnior, J. L., Paolicchi, L. T. L. C., Pinto, G. L. N. (2018). Improving drought management in the Brazilian semiarid through crop forecasting. *Agricultural Systems*, 160, 21-30.

Medeiros, R. M. (2020). Variabilidade decadal da precipitação e temperatura mínima do ar visando o desenvolvimento avícola em São Bento do Una - PE, Brasil. *Revista de Geografia (Recife)* 37(1).

Medeiros, R. M., & Holanda, R. M. (2019). Classificação climática e balanço hídrico pelo método de Köppen e Thornthwaite do município de Barbalha, Ceará, Brasil. *Revista Equador*, 8, 19 – 43.

Medeiros, R. M. (2019). Mudanças climáticas em Tacaimbó - PE, Brasil. *Revista Eixo*. 8, 223 - 235, 2019.

Medeiros, R. M. (2018). Estudo Agrometeorológico do Estado de Sergipe. p.123.

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., 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.

Oliveira, P. T., Silva, C. M. S., & Lima, K. C. (2017). Climatology and trend analysis of extreme precipitation in sub regions of Northeast Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*, 130(1-2), 77-90.

Oliveira, J. A. M., & Oliveira, C. M. M. (2018). Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Arinos – MG. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 12(6), 3021–3027.

Paredes-Trejo, F. J., Barbosa, H. A., Lakshmi-Kumar, T. V. (2017). Validating CHIRPS-based satellite precipitation estimates in Northeast Brazil. *Journal of Arid Environments*, Amsterdam, 139, 26-40.

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.

SUDENE. (1990). Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Dados pluviométricos mensais do Nordeste – Sergipe. *Série Pluviometria*, 2. Recife.

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, 104p.

#### **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%