

VARIA

Artigo



**ESTOQUES HÍDRICOS NO SOLO COMO INDICADORES
CLIMÁTICOS DE ATENDIMENTO DE DEMANDAS
EVAPOTRANSPIRATÓRIAS EM CULTURAS AGRÍCOLAS
ANUAIS EM DOIS MUNICÍPIOS SOB CONDIÇÕES TÍPICAS DA
AMAZÔNIA ORIENTAL E ÁFRICA AUSTRAL**

***SOIL WATER STOCKS AS CLIMATE INDICATORS TO MEET
EVAPOTRANSPIRATION DEMANDS IN ANNUAL AGRICULTURAL CROPS IN
TWO MUNICIPALITIES UNDER TYPICAL CONDITIONS OF THE EASTERN
AMAZON AND SOUTHERN AFRICA***

***LAS EXISTENCIAS DE AGUA DEL SUELO COMO INDICADORES
CLIMÁTICOS PARA SATISFACER LAS DEMANDAS DE
EVAPOTRANSPIRACIÓN EN CULTIVOS AGRÍCOLAS ANUALES EN DOS
MUNICIPIOS BAJO CONDICIONES TÍPICAS DE LA AMAZONÍA ORIENTAL Y
EL SUR DE ÁFRICA***

*Por Dilma Ázira Ismael Carlos; Ernélison Angly Da Silva Santos; Leila Sheila Silva
Lisboa & Lucieta Guerreiro Martorano*

Dilma Ázira Ismael Carlos
Professora da Universidade São Tomás de
Moçambique
<http://orcid.org/0000-0002-3431-6594>
dilmaaic@gmail.com

Ernélison Angly Da Silva Santos
Professor da Universidade Federal do Oeste do
Pará
<https://orcid.org/0000-0001-9814-9214>
ernelisonangly@gmail.com

Leila Sheila Silva Lisboa
Bolsista do Projeto-Embrapa Acre e Banco
Interamericano de Desenvolvimento, Belém,
PA, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-9430-136X>
lisboa.leilass@gmail.com,

Lucieta Guerreiro Martorano
Pesquisadora da Embrapa Amazônia
Oriental/NAPT-Médio Amazonas e Professora
do Programa de Pós-Graduação Sociedade,
Natureza e Desenvolvimento e do PPG REDE
BIONORTE,
orcid.org/0000-0003-3893-3781
lucieta.martorano@embrapa.br,

Como citar:
CARLOS, D.A.I.; SANTOS, E.A.S.; LISBOA,
L.S.S.; MARTORANO, L.G. Estoques hídricos
no solo como indicadores climáticos de
atendimento de demandas evapotranspiratórias
em culturas agrícolas anuais em dois municípios
sob condições típicas da Amazônia Oriental e
África Austral. **Boletim GeoÁfrica**, v. 3, n. 9,
p. 136-147, jan-mar. 2024.

Recebido: 12/07/2023
Aceite: 15/04/2024



RESUMO: As culturas agrícolas podem responder de forma diferenciada quanto ao conteúdo hídrico no solo. Os estoques de água no solo são excelentes indicadores climáticos extraídos, por exemplo, de balanços hídricos que apontam condições de reposição, excedentes e déficits hídricos em uma determinada região de interesse. Foram utilizados dados da base do Data Services (Nasa/Power Ceres/Merra2-OPeNDAP) para Santarém e Maputo. Foram analisados dados, referentes ao período de 1982 a 2022. Os Balanços Hídricos (BH) foram estimados usando a capacidade de água disponível no solo (CAD) de 125 mm. Em Santarém a umidade variou entre 50% a 90% e em Maputo, entre 60% a 85%. Entre janeiro a março as temperaturas estão com valores muito próximos nos dois locais, mas entre maio a agosto as temperaturas se elevam em Santarém. Anualmente, chove em média em Santarém entre 2000 a 2500 mm e em Maputo entre 500 a 1000 mm. Santarém possui excedentes em março (250 mm) e déficits em outubro (-50 mm). Em Maputo os excessos hídricos em fevereiro são de 54 mm e os déficits em setembro de -53 mm. Conclui-se que a irrigação com potes de argila garante o atendimento da demanda hídrica das culturas em períodos secos, mantendo a oferta de alimentos na mesa do produtor rural de base familiar.

Palavras-chave: Deficiência hídrica. Normal climatológica. Demanda por irrigação. Santarém. Maputo.

137

ABSTRACT: Agricultural crops can respond differently to the water content in the soil. Soil water stocks are excellent climate indicators extracted, for example, from water balances that indicate water replacement conditions, surpluses and deficits in a given region of interest. The Data from the Data Services database (Nasa/Power Ceres/Merra2-OPeNDAP) for Santarém and Maputo were used. The data were analysed, referring to the period from 1982 to 2022. Water Balances (BH) were estimated using the available soil water capacity (CAD) of 125 mm. In Santarém, humidity varied between 50% and 90% but in Maputo, between 60% and 85%. Between January and March, temperatures are very similar in both places, but between May and August, temperatures rise in Santarém. Annually, it rains on average in Santarém between 2000 and 2500 mm and in Maputo between 500 and 1000 mm. Santarém has surpluses in March (250 mm) and deficits in October (-50 mm). In Maputo, water surpluses in February are 54 mm and deficits in September are -53 mm. It is concluded that irrigation with clay pots guarantees the water demand of crops in dry periods is met, maintaining the food supply on the table of family-based rural producers.

Keywords: Water deficiency. Climatological normal. Demand for irrigation. Santarém. Maputo.

RESUMEN: Los cultivos agrícolas pueden responder de manera diferente al contenido de agua del suelo. Las reservas de agua del suelo son excelentes indicadores climáticos extraídos, por ejemplo, de balances hídricos que indican las condiciones de reemplazo de agua, excedentes y déficits en una región de interés determinada. Se utilizaron datos de la base de datos Data Services (Nasa/Power Ceres/Merra2-OPeNDAP) para Santarém y Maputo. Se analizaron datos referidos al período de 1982 a 2022. Los Balances Hídricos (BH) se estimaron utilizando la capacidad hídrica disponible del suelo (CAD) de 125 mm. En Santarém, la humedad osciló entre el 50% y el 90% y en Maputo, entre el 60% y el 85%. Entre enero y marzo las temperaturas son muy similares en ambos lugares, pero entre mayo y agosto las temperaturas suben en Santarém. Anualmente llueve una media en Santarém entre 2000 y 2500 mm y en Maputo entre 500 y 1000 mm. Santarém tiene superávits en marzo (250 mm) y déficits en octubre (-50 mm). En Maputo, los excedentes de agua en febrero son de 54 mm y los déficits en septiembre son de -53 mm. Se concluye que el riego con vasijas de barro garantiza que se satisfaga la demanda hídrica de los cultivos en épocas secas, manteniendo el suministro de alimentos en la mesa de los productores rurales familiares.

Palabras clave: Deficiencia hídrica. Normalidad climatológica. Demanda de riego. Santarém. Maputo.



INTRODUÇÃO

A agricultura possui alta variabilidade em cada ano/safra devido à erraticidade dos eventos pluviais, principalmente no período menos chuvoso, que dificulta a expressão do potencial produtivo em cultivos de sequeiro, por exemplo. Para isso, torna-se evidente a necessidade de uma melhor compreensão do padrão climático de uma determinada área de interesse (CASTRO, 2012).

Segundo Blain (2009) o monitoramento climático é importante para subsidiar o planejamento agrícola com base nas épocas com menor risco às culturas. O balanço hídrico (BH) auxilia nas avaliações sobre os períodos do ano em que o solo apresenta reduções nos estoques de água (déficits) e abundância (excedentes) para subsidiar o planejamento agrícola (PASSOS *et al.*, 2017).

Entre os métodos utilizados para estimar o balanço hídrico climatológico (BHC) está o proposto por Thornthwaite e Mather (1955). O método possui reduzidas variáveis de entrada para realização do balanço entre as entradas e saídas de água no perfil do solo, onde são estimados, a partir da capacidade de água disponível no solo (CAD), analisa-se os estoques desde a capacidade de campo (CC) até o ponto de murcha permanente (PMP). Variáveis como temperatura média do ar e precipitação pluvial média mensal (CARVALHO *et al.*, 2011) são utilizadas para estimar as taxas evapotranspiratórias, tanto a potencial quanto a real (ETP e ETR). De acordo com Santos *et al.* (2013), o conhecimento dessas variáveis respostas auxiliam na indicação de períodos com excedentes e deficiências de água no solo (LIBERATO, 2010).

A crise hídrica é uma preocupação global e vem sendo sinalizada pelos modelos de mudanças climáticas e os prognósticos de eventos extremos regionais, ocasionando períodos úmidos e secos com mais frequência, inclusive ocasionando riscos ambientais, sociais e econômicos (ALLAN *et al.*, 2020). As taxas evapotranspiratórias e os déficits de água no solo são as variáveis que sinalizam a necessidade do agricultor tomar a decisão sobre a adoção de sistemas de irrigação para garantir a capacidade produtiva das culturas (PAZ *et al.*, 2000).

Em períodos prolongados de estiagens, o agricultor de base familiar rural possui reduzido conhecimento sobre quando irrigar e quando não irrigar, além de poucos recursos financeiros para aquisição de sistema de irrigação prontamente disponíveis nas lojas agropecuárias. Nesse contexto, surge um sistema simples usando potes de argila inseridos



em solos cultivado que é de fácil adoção pelos agricultores. Este sistema utiliza água da chuva que é coletada por uma calha no telhado e armazenada em caixa d'água para ser distribuída aos potes por canos de PVC (policloreto de vinil), sendo todo conteúdo hídrico controlado por uma boia instalada na parte interna da tampa de cada pote de argila, tornando o sistema todo autônomo (MARTORANO, 2020).

Portanto, o objetivo neste trabalho foi estimar balanços hídricos em dois locais (Santarém-Pará, Amazônia Oriental e Maputo-Moçambique, África Austral) para subsidiar à tomada de decisão quanto ao sistema de irrigação, tendo como estratégia a tecnologia com potes de argila para garantir a produção agrícola em períodos de escassez de água no solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar as análises sobre os estoques de água no solo foram levantados dados disponíveis na base Data Services (NASA/POWER CERES/MERRA2-OP e NDAP), considerando-se que as duas áreas de estudo estão em coordenadas no entorno das duas áreas de interesse na pesquisa (MORAES *et al.*, 2020). Assim sendo, utilizou-se uma série histórica correspondente ao período de 1982 a 2022, referente aos dados de temperatura do ar média e precipitação pluvial (mm), extraindo-se a média mensal dessa série histórica. Em seguida, utilizou-se a planilha de balanço hídrico (ROLIN *et al.*, 1998), considerando-se o ponto no grid (-2,5945 S e -54,766 W), correspondente ao local onde está instalada a Unidade de Referência Tecnológica (URT), com o sistema de irrigação com potes de argila, denominado IrrigaPote.

Os balanços hídricos (BH) foram calculados usando a metodologia de Thornthwaite e Mather (1955), seguindo pressupostos metodológicos descritos em Rolin *et al.* (1999), inserindo os dados na planilha eletrônica, adotando-se a capacidade de água disponível no solo (CAD) igual a 125 mm, considerando-se a zona dominante das raízes de culturas anuais como, por exemplo, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp).

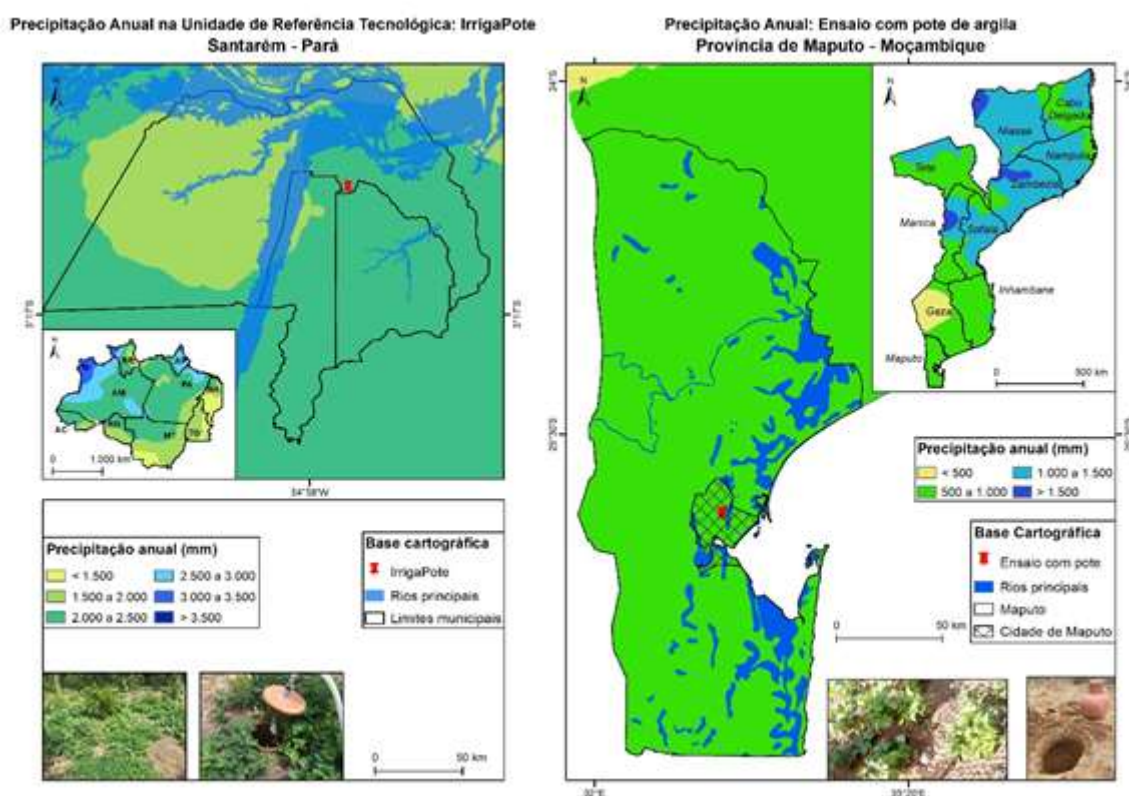
Também, foram analisados dados mensais de umidade do ar, temperatura usando a mesma série histórica adotada no BH, mas a diferença foi que na análise considerou-se todos os meses em cada ano para identificar possíveis respostas nos cultivos agrícolas que poderiam estar associadas às condições de tempo e clima tanto em Santarém, no Pará quanto em Maputo, Moçambique.

Em se tratando da área onde foi instalada um ensaio para fins didático em Maputo que é a capital de Moçambique, correspondendo ao grid (-25,8385 S e 32,5646 E), localizada na região da África Austral, situado na costa do Oceano Índico. Em Maputo concentra-se o centro administrativo, financeiro e mercantil do país.

Para elucidar diferenças entre essas duas localidades estudadas onde foram implantadas a URT com o IrrigaPote em Santarém e o ensaio com potes de argila em Maputo apresenta-se o mapa elaborado para compor este trabalho usando-se a base do WorldClim, à semelhança de Martorano *et al.* (2017).

Portanto, informa-se que no município de Santarém na área da URT as chuvas variam na faixa de 2.000 a 2.500 mm e em Maputo, na área do ensaio é possível notar que a faixa pluvial anual varia entre 500 a 1.000 mm (Figura 1), reforçando que a adoção da tecnologia de irrigação com potes de argila, apresenta-se como estratégia de armazenamento de água da chuva para garantir a reposição nos meses com baixa oferta pluvial em ambas regiões estudadas.

Figuras 1. Mapa de localização indicando a precipitação anual no município de Santarém, Pará, Amazônia Oriental, Brasil e em Maputo capital de Moçambique, África Austral.



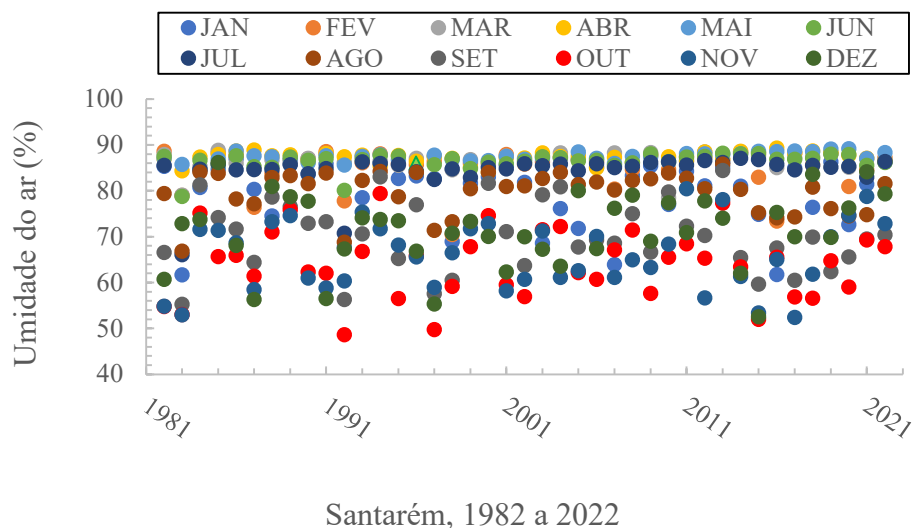
Fonte: Autores (2023)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 2 que a amplitude de variação da umidade do ar varia entre 50% a valores próximos a 90%. É importante observar que os meses com valores abaixo de 60% são facilmente identificáveis entre o mês de setembro e dezembro, sendo outubro o mês com os menores registros de umidade do ar. Os meses mais úmidos em Santarém ocorrem justamente entre janeiro a maio, reforçando que esse é o período em que as culturas possuem as maiores contribuições quanto aos aportes hídricos oriundos da atmosfera, na região de estudo.

É oportuno destacar que os sistemas meteorológicos que modulam as condições de tempo e clima na Amazônia, principalmente quanto ao regime pluvial, influenciadas por fatores que atuam em m diferentes escalas espaço-temporal, tais como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), além dos Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), Sistemas Frontais (SF) e Linha de Instabilidade (LI), respaldados em estudos como em Cohen *et al.*, 1995; Carvalho *et al.*, 2002; Vitorino *et al.*, 2006; De Souza e Ambrizzi, 2006; Ambrizzi *et al.*, 2004.

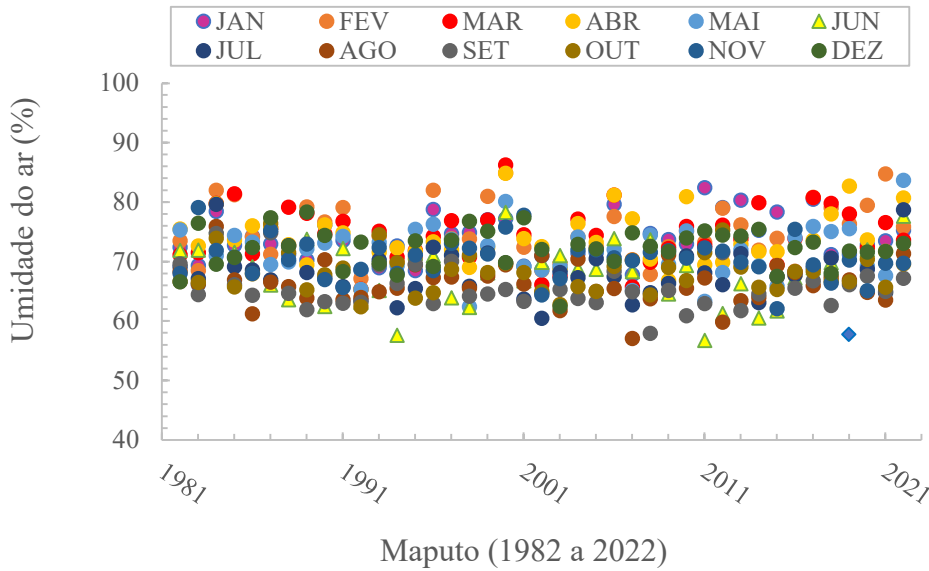
Figura 2. Variabilidade mensal da umidade do ar (%) em Santarém, no oeste do Pará, Amazônia Oriental, no período entre 1982 a 2022.



Fonte: Autores (2023)

Ao comparar com os valores em Maputo (Figura 3) percebe-se que a faixa de umidade do ar apresenta valores próximos a 60% e vai até valores em torno de 85%, sendo julho o mês mais seco.

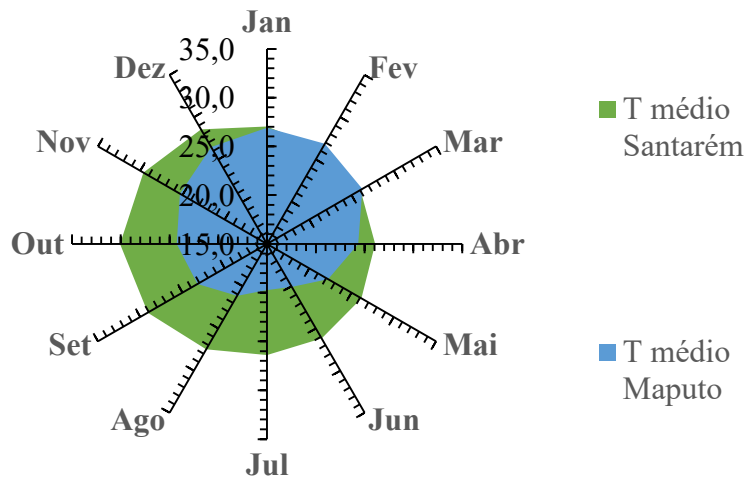
Figura 3. Variabilidade mensal da umidade do ar (%) em Maputo, Moçambique, na África Austral, no período entre 1982 a 2022.



Fonte: Autores (2023)

Em se tratando do regime térmico médio anual, no trimestre de janeiro a março os valores foram praticamente semelhantes, conforme é possível observar na Figura 4. Por outro lado, o trimestre mais quente em Santarém ocorre entre setembro a novembro. Em Maputo os termômetros registram as menores temperaturas médias no mês de julho.

Figura 4. Variabilidade mensal da temperatura do ar (°C) em Santarém, Pará, Amazônia Oriental e em Maputo, Moçambique, na África Austral entre 1982 a 2022.



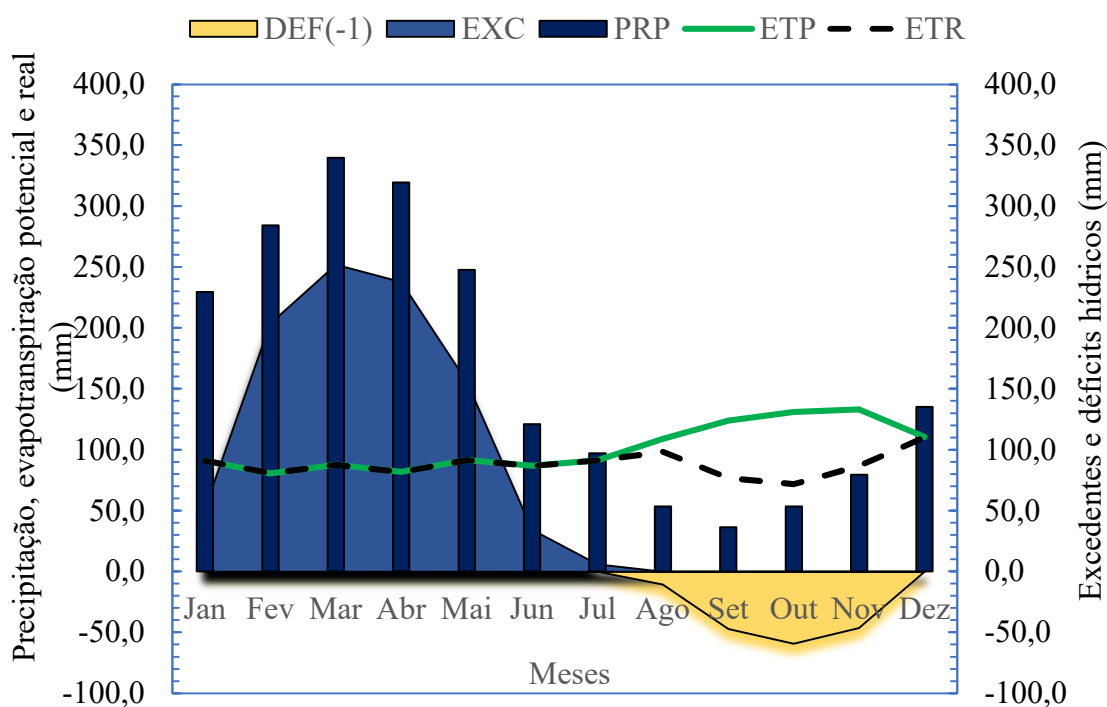
Fonte: Autores (2023)



Verifica-se na Figura 5 que entre agosto a dezembro há uma relação negativa entre a oferta pluvial e as taxas evapotranspiratórias, indicando que nessa época do ano as perdas para atmosfera são mais elevadas ao comparar com as entradas pluviais no sistema, em Santarém, evidenciando a necessidade de estratégias de irrigação pelos agricultores. Os déficits hídricos (DEF) nesse período foram de -545,0 mm e os excedentes (EXC) vão de fevereiro a maio, contabilizando-se 644,9 mm.

Entre janeiro e maio os estoques de água no solo estão elevados, justamente é nesse período em que há o atendimento das demandas hídricas pelas plantas. Choveu em média 1.995,8 mm (PRP), sendo a evapotranspiração potencial de 1.896,0 mm (ETP) e a evapotranspiração real de 1351,0 mm (ETR).

Figura 5. Variação mensal de precipitação pluvial (PRP), déficits (DEF) e excedentes (EXC) hídricos para uma CAD de 125 mm, entre 1982 a 2022, em Santarém, Pará, Amazônia Oriental.



Santarém, Pará (1982 a 2022)

Fonte: Autores (2023)

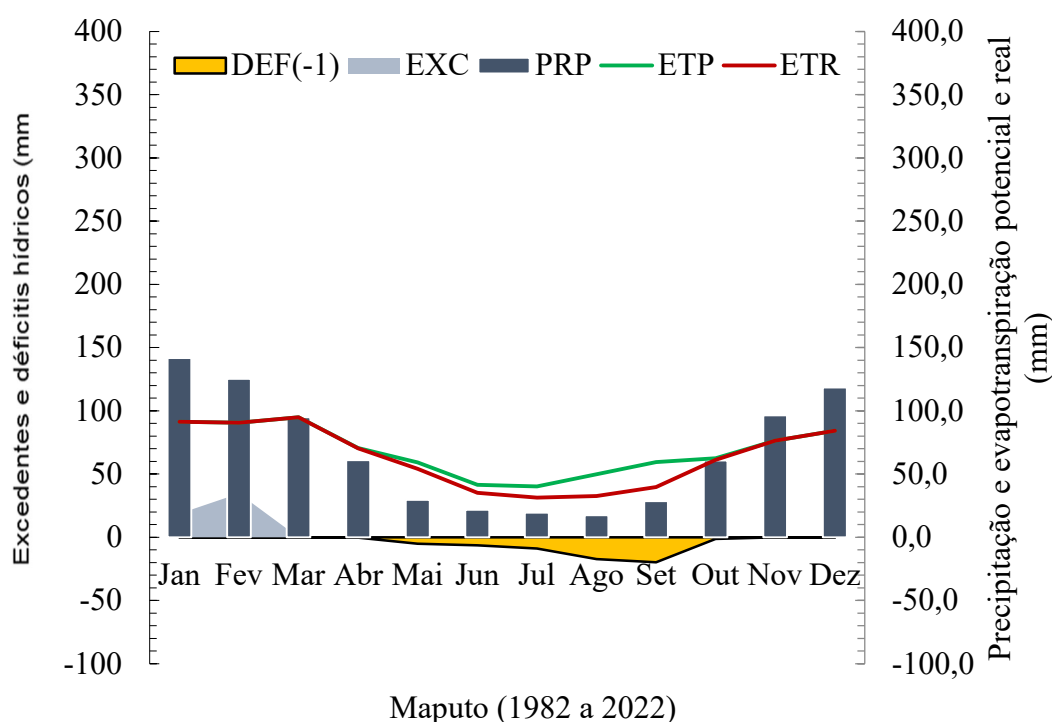
Os resultados corroboram com os estudo de Martorano (2020) destacando que na área da Unidade de Referência Tecnológica (URT), onde vem sendo conduzido o Projeto IrrigaPote, na Amazônia Oriental, entre dezembro a maio são contabilizados os maiores volumes pluviais, que correspondem a 80% do volume de chuva anual e, os 20%



restantes, ocorrem de forma erráticas, entre junho a novembro, reforçando a redução no regime de chuva na região. A pesquisa enfatiza sobre a necessidade de difusão da tecnologia que reaproveitem água da chuva para manter o sistema altamente produtivo.

Em Maputo, o balanço hídrico está apresentado na Figura 6 destacando que entra no produtivo em média 815,5 mm, sendo que a ETP é de 821,3 mm e a ETR de 762,2 mm. Vale ressaltar que em média a deficiência hídrica é da ordem de -54 mm e os excedentes com 53,3 mm. Os meses com precipitação pluvial 100 mm iniciam no mês de novembro e se estendem até o mês de março. No período de maio a outubro ocorrem as menores cotas pluviais, indicando que esse é o período mais sensível ao atendimento das demandas hídricas das culturas agrícolas, principalmente as de ciclo curto, como as hortaliças, legumes e verduras, muito utilizadas em áreas periurbanas de Maputo.

Figura 6. Variação mensal de precipitação pluvial (PRP), déficits (DEF) e excedentes (EXC) hídricos para uma CAD de 125 mm, entre 1982 a 2022, em Maputo, Moçambique, África Austral.



Fonte: Autores (2023)

Ficou evidenciado que em Maputo o período com deficiência hídrica é mais prolongado, expressando que há necessidade de reaproveitar ao máximo o volume de



água precipitado como estratégia de suprimento hídrico na agricultura. Doorenbos *et al.* (1979) destacaram que a escassez da água desencadeia preocupações que justificam a realização de estudos voltados as análises de déficits hídrico associados com a produtividade das culturas agrícolas.

As avaliações de padrões climáticos com base nos estoques de água no solo, estimados por modelos de balanços hídricos sinalizam a indicação de áreas que necessitam de adoção de sistemas de irrigação para atender as demandas evapotranspiratórias das culturas agrícolas, pois em períodos de déficits hídricos no solo, dependendo da profundidade das raízes, tipos de solos, estágio fenológico das culturas, as perdas podem ser irreparáveis (DE VILLA *et al.* 2022).

CONCLUSÃO

O balanço de água do solo é um instrumento de planejamento estratégico, pois em períodos com escassez e até secas severas o agricultor demanda por tecnologia simples e de fácil adoção, como ocorre com o sistema IrrigaPote. Os potes de argila conseguem guardar águas pluviais e torná-las prontamente disponíveis às plantas. Santarém e Maputo possuem temperaturas semelhantes nos primeiros meses do ano, ou seja, entre janeiro a março, mas os valores se distanciam no mês de outubro, quando as temperaturas são mais elevadas em Santarém. Os valores de deficiência hídricas sinalizam que há necessidade de adoção de tecnologia de irrigação para suprir as demandas evapotanspiratórias das culturas, em períodos prolongados de seca, nas áreas cultivadas nos dois locais de estudo.

Agradecimentos

Os autores expressam seus agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas com nível Superior (CAPES) por terem concedido bolsas a primeira autora, bem como ao Grupo De Cooperação Internacional de Universidades Brasileiras (GCUB) através do programa de formação de professores Africanos (ProAfri), e pela cooperação entre Brasil e Moçambique, extensivo à Universidade São Tomás de Moçambique. Os agradecimentos também vão para a Universidade Federal do Oeste do Pará, mas especificamente ao Programa de Pós-Graduação Sociedade, Natureza e Desenvolvimento (PPGSND/Ufopa) pela oportunidade na formação científica dos dois primeiros autores, bem como pela parceria científica da Embrapa com as demais instituições, principalmente



pela oportunidade da última autora integrar a equipe de professores permanentes do PPGSND/UFOPA, colaborando na formação de novas competências na Amazônia. Os autores não poderiam deixar de registrar os agradecimentos ao parceiro científico Dr. José Reinaldo da Silva Cabral de Moraes pelo apoio na obtenção da base de dados, correspondente a série histórica de variáveis agrometeorológicas mensais, avaliada neste trabalho, sem a qual seria muito difícil a realização da análise comparativa para os dois locais de interesse, neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALLAN, R. P.; BARLOW, M.; BYRNE, M. P.; CHERCHI, A.; DOUVILLE, H.; FOWLER, H. J.; GAN, T. Y.; PENDERGRASS, A. G.; ROSENFELD, D.; SWANN, A. L. S.; WILCOX, L. J.; ZOLINA, O. Advances in understanding large-scale responses of the water cycle to climate change. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 79, p. 1-11, 2020.

AMBRIZZI, T.; DE SOUZA, E.B.; PULWARTY, R.S. The Hadley and Walker regional circulations and associated ENSO impacts on the South American seasonal rainfall. In: Henry F. Diaz; Raymond S. Bradley. (Org.). **The Hadley Circulation: Present, Past and Future**. 1 Ed, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2004. p. 203-235.

BLAIN, G. C. Considerações estatísticas relativas à oito séries de precipitação pluvial da secretaria de agricultura e abastecimento do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, p. 12–23, 2009.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; SILVA, M. A. F. Intraseasonal large-scale circulations and mesoscale convective activity in Tropical South America during the TRMM-LBA campaign. **Journal of Geophysical Research**, v. 29, n. 10, 2002.

CASTRO, C. N. DE. **A agricultura no Nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento**. Texto para Discussão, 2012.

COHEN, J. C. P.; SILVA DIAS, M. A.; NOBRE, C. Environmental Conditions Associated with Amazonian Squall Lines: A Case Study. **Monthly Weather Review**, v.123, n.11, p.3129-3143, 1995.

DE CARVALHO P., NETO, D. D.; TEODORO, R. E. F.; DE MELO, B. Balanço hídrico climatológico, armazenamento efetivo da água no solo e transpiração na cultura de café. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 221–229, 2011.

DE SOUZA, E. B.; AMBRIZZI, T. Modulation of the Intraseasonal Rainfall over Tropical Brazil by the Madden - Julian Oscillation. **International Journal of Climatology**, v. 13, n. 6, 2006.



DE VILLA, B. ; PETRY, M. T. ; MARTINS, J. D. ; *et al.* Balanço hídrico climatológico: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p.502-626, 2022.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H.; BENTVELSEN, C. L. M.; *et al.* **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos Yield response to wáter Réponse des rendements a l'eau**. FAO, Roma (Italia), 1979.

LIBERATO, A. M.; BRITO, J. I. B. Influência de mudanças climáticas no balanço hídrico da Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, n. 3, p. 170–180, 2010.

MARTORANO, L.G. **Reúso da água da chuva pelo projeto IrrigaPote: Estratégia de produção agrícola resiliente na Amazônia**. In: A. Editora (Org.); O meio ambiente e a interface dos sistemas social e natural, v. 2. Atena Edit ed., 2020.

MARTORANO, L.G.; VITORINO, M.I.; SILVA, B.P.P.C.; MORAES, J.R.S.C.; LISBOA, L.S.; SOTTA, E.D.; REICHARDT, K. Climate conditions in the eastern amazon: rainfall variability in Belem and indicative of soil water deficit. **African. Journal Agricultural Research**, v. 12, p. 1801-1810, 2017.

MORAES, J.R.S.C.; ROLIM, G.S.; MARTORANO, L.G.; APARECIDO, L.E.O.; BISPO, R.C.; VALERIANO, T.T.B.; ESTEVES, J.T. Performance of the ECMWF in air temperature and precipitation estimates in the Brazilian Amazon. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 141, p. 803-816, 2020.

PASSOS, M. L. V.; ZAMBRZYCKI, G. C.; PEREIRA, R. S. Balanço Hídrico Climatológico e Classificação Climática Para O Município de Balsas-MA. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 1, p. 83, 2017.

PAZ, V. P. DA S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente Excel para os cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; ROSSETTI, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, n. 3, 2013.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton: Drexel Institute of Technology – Laboratory of Climatology, Publications in Climatology, v. 8, n.10, p.571, 1955.

VITORINO, M. I.; SILVA DIAS, P. L.; FERREIRA, N. J. Observational study of the seasonality of the submonthly and intraseasonal signal over the tropics. **Meteorology and Atmospheric Physics**, n. 93, p. 17 – 35, 2006.