

Integrating Hydrological Parameters Into Family Farming: The Case of The City of Pesquera, Agreste Pernambuco

Eggleston Patricio de Oliveira Souza¹

¹Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA pela Universidade Federal de Pernambuco e-mail:eggleston.patricio@ufpe.br

Received 26 October; accepted 01 December

ABSTRACT

This study investigates the water balance of total productivity (PRECIP) and potential evapotranspiration (PET) from 1966 to 2021 in the Ipojuca River sub-basin, with a focus on the city of Pesqueira, located in the Agreste region of Pernambuco, Brazil. The research integrates hydrological parameters with family farming, highlighting the relevance of this practice for food production and the permanence of farmers in the region. Using the SUPER platform, it was observed that over the past 20 years, the average precipitation has remained around 6 mm and has gradually decreased, which may directly affect family farming as this decline impacts water availability for irrigation. The study utilizes historical hydrological data to analyze interactions between occurrences, evapotranspiration, infiltration, and aquifer recharge. The results showed an evapotranspiration rate equivalent to half of the evolution, pointing to the need for efficient water management techniques. Additionally, the low surface runoff suggests favorable conditions for aquifer recharge, benefiting long-term water sustainability. Parameters such as CRWO and SPAS were explored to assess climate risks and understand the interactions between soil, plants, and the atmosphere. These analyses provide support for planning agricultural strategies that enhance water use efficiency and promote sustainability. The study also opens opportunities for future research incorporating other hydrological parameters.

Keywords: family farming, modeling, hydrological cycle

Integrando Parâmetros Hidrológicos à Agricultura Familiar: O Caso da Cidade de Pesqueira, Agreste Pernambucano.

RESUMO

Este estudo investiga o balanço hídrico da produtividade total (PRECIP) e evapotranspiração potencial (PET) no período de 1966 a 2021 na sub-bacia do Rio Ipojuca, com foco na cidade de Pesqueira, localizada no Agreste de Pernambuco, Brasil. A pesquisa integra parâmetros hidrológicos à agricultura familiar, destacando a relevância dessa prática para a produção de alimentos e a permanência dos agricultores na região. Utilizando a plataforma SUPER, observou-se que nos últimos 20 anos a precipitação média tem se mantido em torno de 6 mm e tem diminuído de forma gradativa, o que pode afetar diretamente a agricultura familiar, já que essa diminuição pode afetar a disponibilidade de água para irrigação. O estudo utiliza dados hidrológicos históricos para analisar as interações entre ocorrências, evapotranspiração, infiltração e recarga de aquíferos. Os resultados apontaram para uma evapotranspiração equivalente à metade da evolução, indicando a necessidade de técnicas eficientes de gestão hídrica. Além disso, o baixo escoamento superficial sugere condições adequadas para a recarga de aquíferos, beneficiando a sustentabilidade hídrica a longo prazo. Parâmetros como CRWO e SPAS foram explorados para avaliar riscos climáticos e compreender as interações entre o solo, as plantas e a atmosfera. Essas análises fornecem subsídios para o planejamento de estratégias agrícolas que aumentam a eficiência do uso da água e promovem a sustentabilidade. O trabalho também abre espaço para pesquisas futuras que incorporam outros parâmetros hidrológicos.

Palavras-chave: agricultura familiar, modelagem, ciclo hidrológicos.

1.Introdução

Segundo Mazaro (2020), o conceito de produção agrícola em pequena escala normalmente se enquadra no âmbito da agricultura familiar. Essa forma de agricultura é definida pelo cultivo da terra gerenciada por uma família, que emprega seus próprios membros como mão de obra. A produção de alimentos ocorre em pequenas propriedades rurais e visa tanto a subsistência dos produtores rurais quanto o mercado interno do país. Este estilo de produção tradicional contrasta fortemente com as produções em grande escala do agronegócio, que se concentram na produção em massa de um único tipo de alimento, como por exemplo soja e milho, principalmente para exportação.

A partir da década 1990, a agricultura familiar começou a ser associada a termos positivos como por exemplo, modernos, eficientes, sustentáveis e produtora de alimentos. A luta liderada por sindicatos, setores acadêmicos e algumas instituições governamentais liderou essa mudança de percepção. Esses esforços valorizaram a agricultura familiar, a colocação como um agente político importante no Brasil (Poncio et al., 2023; Reis et al., 2021; Silva, 2022).

O reconhecimento da agricultura familiar se deve, principalmente, a três fatores, conforme Picolotto (2011). O primeiro é o aumento de sua importância política, evidenciado pela formação da Federação Nacional dos Trabalhadores e Trabalhadoras na Agricultura Familiar, uma organização específica para esses agricultores, e pela reorientação política da Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (CONTAG). O segundo fator é o reconhecimento institucional da agricultura familiar pelo governo, por meio da definição de políticas públicas e da promulgação da Lei da Agricultura Familiar. O terceiro fator é o esforço para reverter as avaliações negativas anteriormente atribuídas a este modelo agrícola, como sendo atrasado, ineficiente e inadequado. Esse trabalho de revalorização contou com o apoio de muitas pesquisas acadêmicas.

Não se pode ignorar o destaque da agricultura familiar na organização e na estruturação do espaço agrário no Brasil, pois milhões produtores de unidades familiares movimentam bilhões de reais para o país,

produzindo mais da metade dos alimentos que são consumidos por nós, a participação na criação de empregos, geração e distribuição de renda e diminuição das saídas do campo para as cidades (Bentes et al., 2023; Damasceno et al., 2011).

Para maximizar a produção e a sustentabilidade, a agricultura familiar depende fortemente dos parâmetros hidrológicos, que são essenciais para a organização e estruturação do espaço agrário (do Nascimento et al., 2021). As pequenas propriedades rurais precisam de medidas como gestão dos recursos hídricos, para funcionar com eficiência e produtividade. Os agricultores familiares podem tomar decisões informadas sobre o uso da água, essenciais para manter as previsões econômicas e ambientais de suas atividades, ao entender e monitorar corretamente as configurações hidrológicas. Portanto, a incorporação de parâmetros hidrológicos na agricultura familiar não só melhora a produção agrícola, mas também aumenta a sustentabilidade dos recursos naturais e a resiliência das comunidades rurais (Alvarenga et al., 2014; De Souza et al., 2021; Pena, 2022).

A pesquisa será realizada com o uso da ferramenta de Sistema de Unidades de Resposta Hidrológica para Pernambuco (SUPer), cujo objetivo é tornar o modelo SWAT mais simples para aplicações no estado. Ao integrar automaticamente todos os dados de entrada necessários, como modelos digitais de elevação, mapas de uso do solo, tipos de solo, dados climáticos e parâmetros hidrodinâmicos, o SUPer facilita o processo. A partir de pesquisas anteriores que mapearam as principais bacias hidrográficas do estado, esses dados já estão disponíveis na interface do SUPer. Isso torna o modelo mais acessível e eficiente, eliminando a necessidade de inserir essas informações manualmente (De Sousa Leite et al., 2022).

A bacia do rio Ipojuca, que abrange a cidade de Pesqueira - PE, será usada para examinar o balanço hídrico histórico de Precipitação total no HRU - mm H₂O (PRECIP), que é um dos fatores climáticos mais influentes, pois além de afetar diretamente o balanço hídrico, também afeta diretamente outras partes do clima, como as

temperaturas do ar e do solo, a umidade do ar e a radiação solar incidente. Todos esses fatores contribuem para o comportamento dos sistemas hidrológicos. (Zanetti et al., 2006). e Evapotranspiração potencial - mm H₂O (PET) um fator importante na estimativa da necessidade de água de uma determinada região, principalmente no que diz respeito ao planejamento ou desenvolvimento de sistemas que incluem o administrar de recursos hídricos (Costa et al., 2021).

2. Material e métodos

Localização e Caracterização da Área Experimental

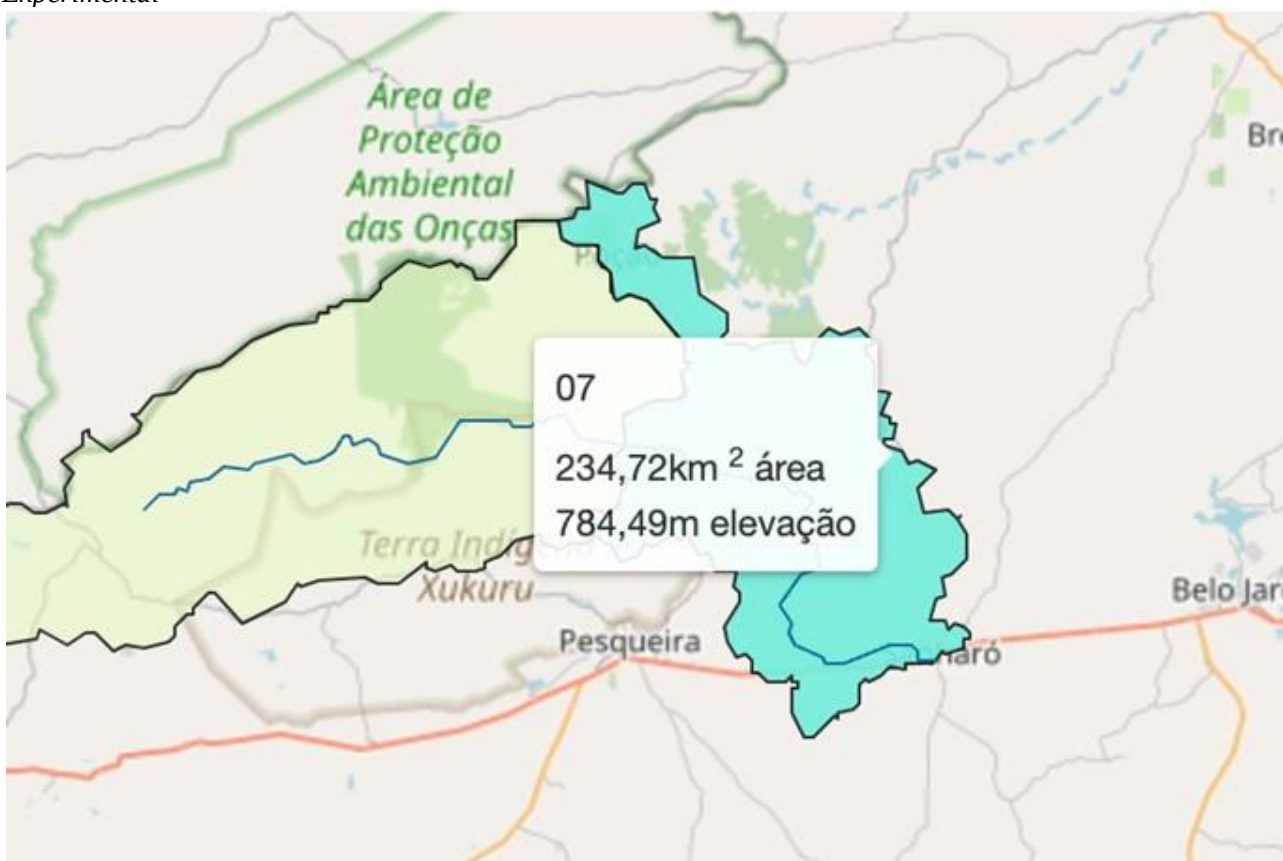


Figura 1. Localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Ipojuca (PE). Fonte: SUPer (2024).

Neste estudo, foram utilizados 55 anos de dados em escala diária, cobrindo o período de 1966 a 2021. Esses dados diários estão disponíveis no modelo. Os dados do ciclo hidrológico contribuem para a gestão eficaz dos recursos hídricos em uma região. Isso abrange 51 monitoramentos dos níveis

A área em estudo corresponde a sub-bacia 07 da bacia hidrográfica do Rio Ipojuca, com uma extensão de 234,72 km². Essa região está localizada em Pesqueira no agreste pernambucano, mostrada na Figura 1. Com uma população de aproximadamente 62.722 habitantes e uma área total de 995.500 km², segundo os dados do IBGE, (2022). O uso da terra na bacia, predominam as categorias SPAS-pastagem e CRWO-mosaico de cultivo.

de água em rios, lagos e aquíferos, bem como a medição das taxas de precipitação e evapotranspiração.

Essas informações são indispensáveis para o planejamento e alocação de recursos hídricos para o abastecimento de água potável e a irrigação

agrícola. Para aquecer o modelo SWAT, foram usados cinco anos e a versão do modelo SWAT2012. O projeto no SUPer para a sub-bacia 09 possui sete Unidades de Resposta Hidrológica (HRU).

administrar os recursos hídricos, é essencial saber o balanço hídrico médio anual dessa sub-bacia, especialmente em regiões onde a agricultura familiar tem grande relevância nas suas produções. O balanço hídrico mede todas as entradas e saídas de água; isso inclui precipitação, evapotranspiração, escoamento superficial e recarga de aquíferos (Jardim et al., 2019; Silva & Bracht, 2010; Villa et al., 2022).

3. Resultados e discussão

3.1 Balanço Hídrico

A sub-bacia 07 da bacia do Ipojuca, no estado de Pernambuco, tem um grande impacto na dinâmica hídrica da área. Para planejar e

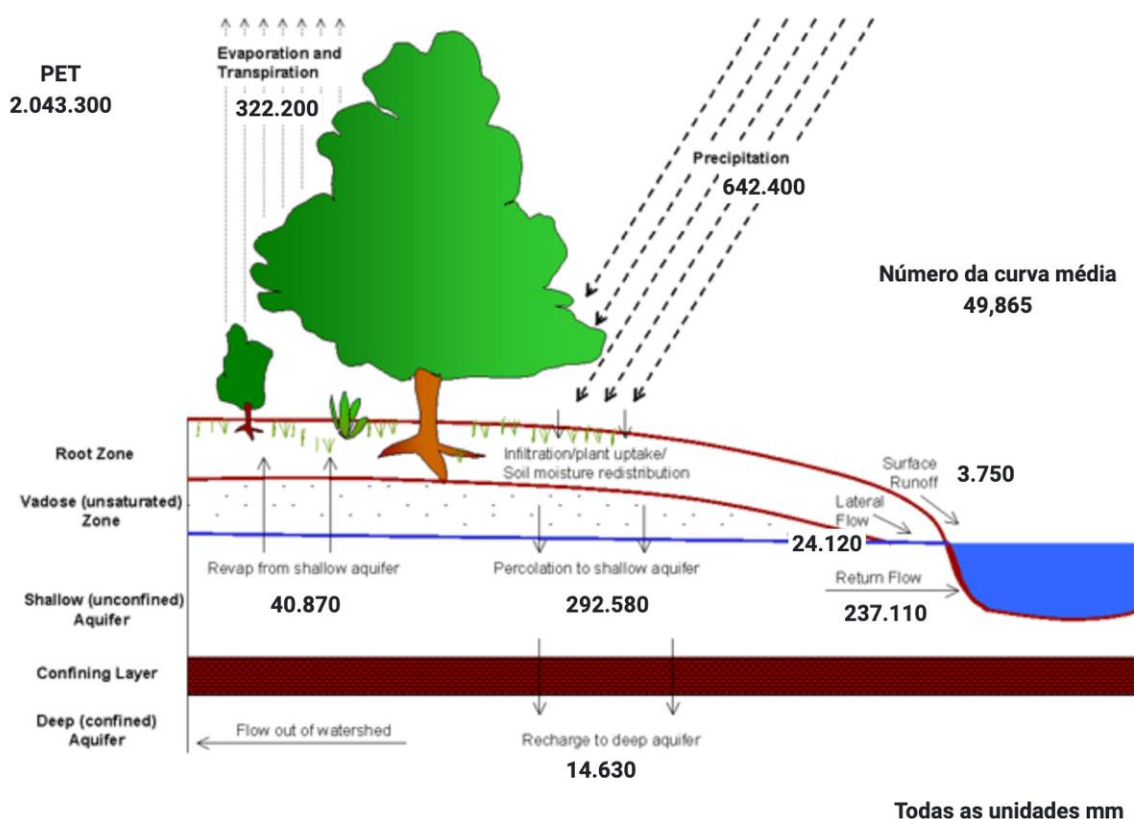


Figura 2. Balanço hídrico médio anual da sub-bacia 07 da bacia do Ipojuca - PE. Fonte: Autor (2024).

A análise do balanço hídrico médio anual mostra que os recursos hídricos da região são muito dinâmicos. O total de precipitação foi de 642.400

mm e a evapotranspiração foi de 322.200 mm. Isso indica que a evapotranspiração leva aproximadamente metade da água precipitada de

volta à atmosfera. Embora esse processo seja essencial para o ciclo hidrológico, ele também enfatiza a importância de práticas de conservação de água eficazes para garantir a disponibilidade de água para a agricultura familiar.

A percolação, movimento subterrâneo da água no solo para o aquífero raso (Souza et al., 2023) foi de 292.580 mm e a recarga a partir desse aquífero foi de 40.870 mm, o que indica que a precipitação desempenha um papel significativo no reabastecimento dos recursos subterrâneos. A recarga do aquífero profundo foi menor, de 14.630 mm, o que pode indicar que a infiltração profunda é limitada ou que os aquíferos superficiais são muito usados. O escoamento superficial foi baixo, com 3.750 mm, sugerindo que a maior parte da

água é absorvida pelo solo ou armazenada nos aquíferos, melhorando a sustentabilidade hídrica a longo prazo.

A curva média de 49,865 é um número significativo que mostra a capacidade de infiltração e escoamento da bacia. Esse valor baixo indica condições de infiltração favoráveis, o que ajuda a recarregar os aquíferos e reduzir as enchentes. Esses dados mostram que para os agricultores familiares da sub-bacia 07, as práticas agrícolas que promovem a infiltração de água no solo, como o uso de técnicas de manejo de solo e cobertura vegetal, são essenciais para garantir uma gestão hídrica sustentável e resiliência das práticas agrícolas diante das variações climáticas.

Tabela 1. Índices de Balanço Hídrico. Fonte: Autor (2024).

Escoamento de superfície/Precipitação	0,412
Fluxo de base/Fluxo total	0,986
Escoamento superficial/fluxo total	0,014
Percolação/precipitação	0,455
Recarga profunda/ Precipitação	0,023
Evapotranspiração/precipitação	0,502

Para entender o comportamento da água no solo e sua disponibilidade para a agricultura familiar, a Tabela 1 contém os índices de balanço hídrico da região. A maioria da precipitação é transformada em escoamento superficial, de acordo com o índice de escoamento de superfície/precipitação de 0,412, o que aumenta o risco de erosão do solo e perda de água para as culturas. A alta proporção do fluxo de base/fluxo total (0,986) indica que o fluxo subterrâneo representa a maioria do fluxo de água, o que pode ser vantajoso para manter a umidade do solo em dias secos.

O baixo índice de escoamento superficial/fluxo total de 0,014 sugere que a maioria da água não esco superficialmente, mas é absorvida pelo solo ou contribui para o fluxo de base. Quase metade da precipitação cai no solo, reabastecendo os aquíferos e fornecendo água para as plantas, de acordo com a percolação/precipitação de 0,455. Embora a recarga profunda/precipitação seja baixa, a contribuição de 0,023 para a recarga dos aquíferos profundos continua sendo crucial para a sustentabilidade dos recursos hídricos.

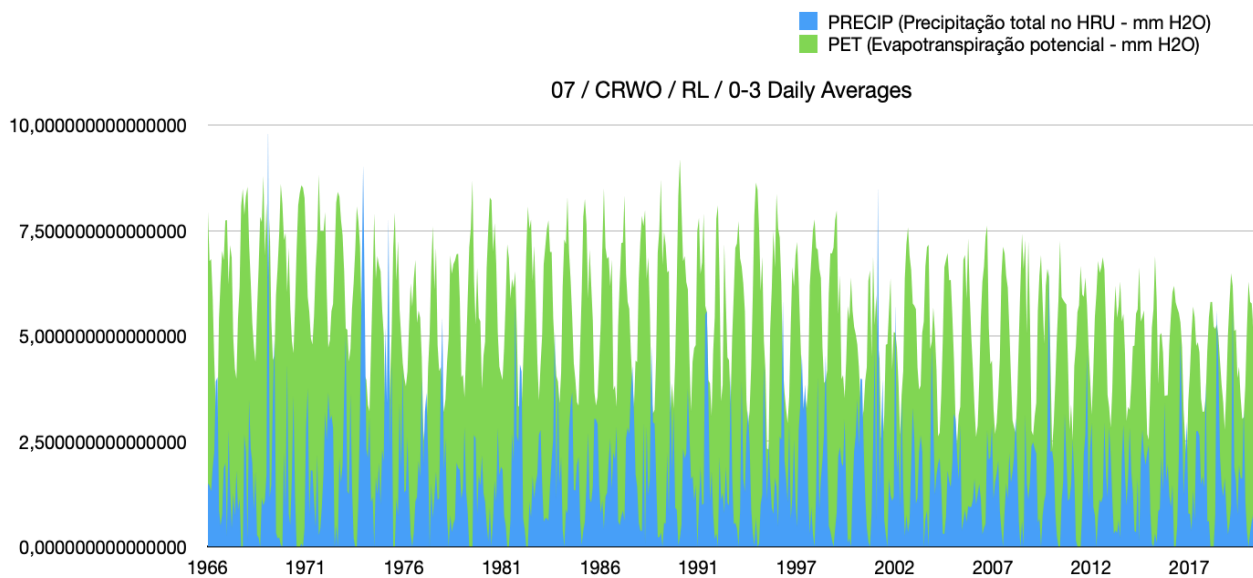


Figura 4. Médias diárias de PRECIP e PET para declividades de 0 a 3 CRWO. Fonte: Autor (2024)

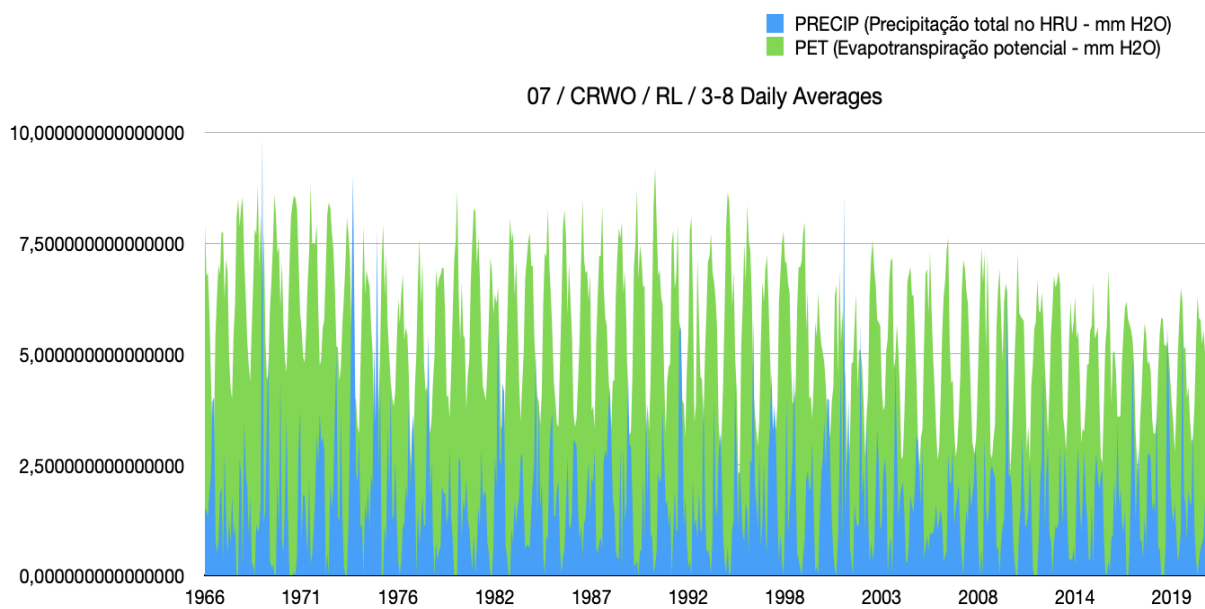


Figura 5. Médias diárias de PRECIP e PET para declividades de 3 a 8 CRWO. Fonte: Autor (2024)

Os dados de precipitação para declividade entre 8-20 graus mostram um padrão intrigante ao longo do tempo, atingindo cerca de 10 mm em 1969, 1990 e 2001, sugerindo eventos climáticos significativos. A mesma tem diminuído lentamente nos últimos vinte anos, permanecendo em torno de 6 mm em 2021. Essa diminuição pode indicar uma mudança no padrão de da região, que pode ser influenciada por fatores climáticos e ambientais.

Ao analisar os resultados dos outros dados de precipitação para declividades 0-3 e 3-8, os resultados mostraram que a mesma continua em uma média constante. Isso indica que a inclinação do terreno não tem um impacto significativo na distribuição de chuva nessas áreas. Essa falta de variação na média entre várias faixas de declividade pode indicar a influência de padrões climáticos regionais que afetam toda a região, independentemente da inclinação do terreno.

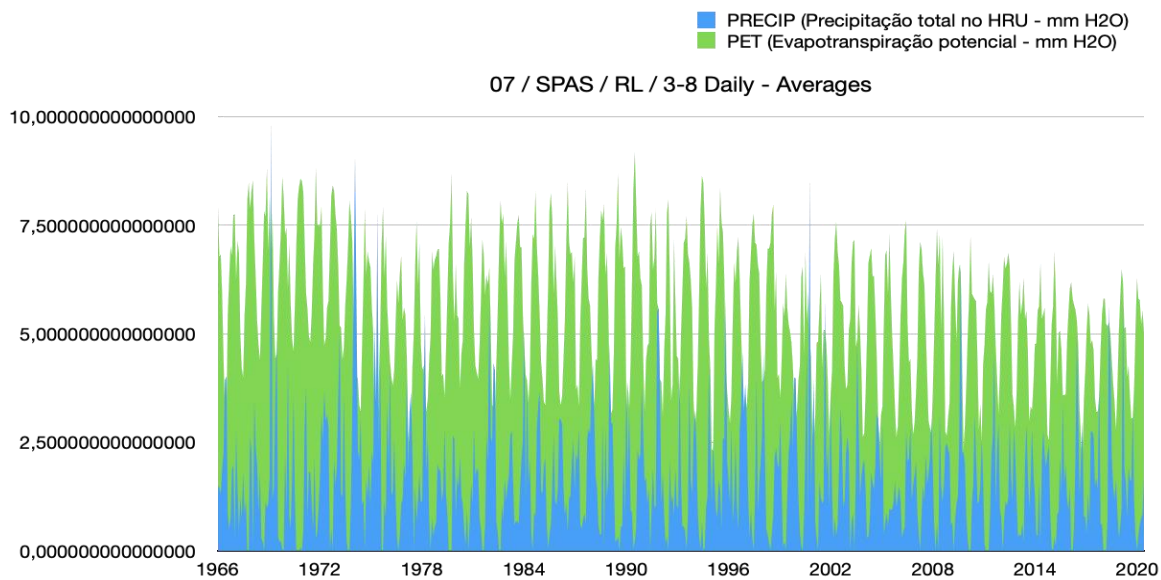


Figura 6. Médias diárias de PRECIP e PET para declividades de 3 a 8 APAS. Fonte: Autor (2024)

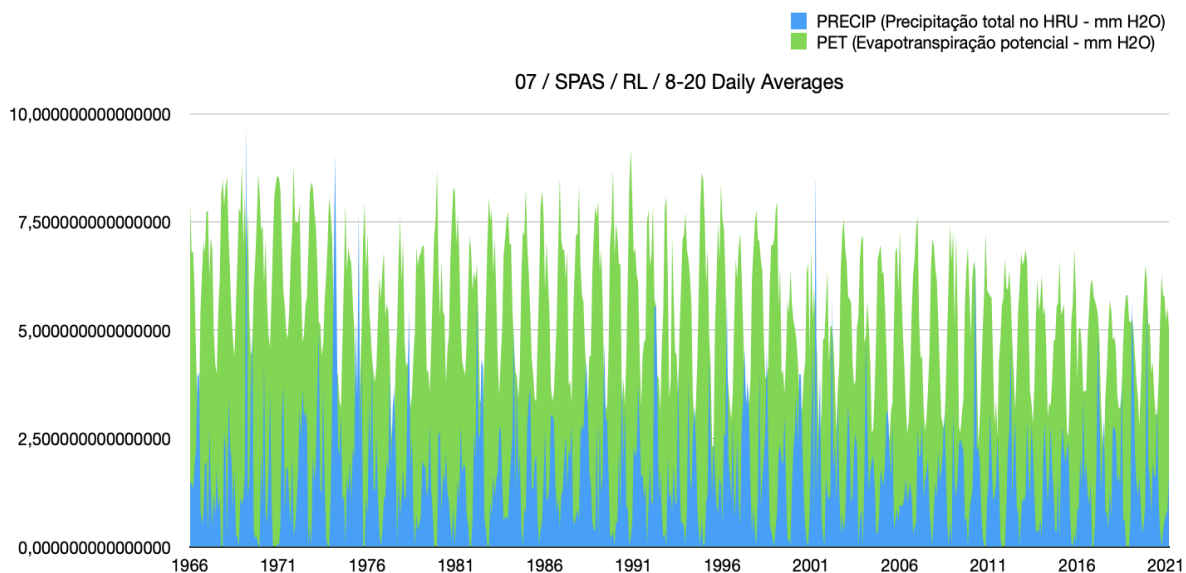


Figura 7. Médias diárias de PRECIP e PET para declividades de 8 a 20 APAS. Fonte: Autor (2024)

Ao examinar os gráficos do SPAS para declividades de 3 a 8 graus, observamos que os valores de PET foram relativamente baixos nos anos com os valores mais altos de precipitação, como 1969 (9.74 mm), 1974 (9.019 mm) e 2001 (8.47 mm), respectivamente. Isso mostra a inversão da relação entre precipitação e PET. A precipitação no ano anterior analisado foi baixa (1.67 mm), enquanto o PET foi um pouco maior (5.013 mm), o que reforçou a tendência inversa. Resultados comparáveis foram encontrados para declividades entre 8 e 20 graus, confirmando que esse padrão é consistente. Isso demonstra como a umidade do solo, a cobertura de nuvens e outros fatores climáticos afetam a taxa de evapotranspiração.

Conclusões

Essas descobertas têm consequências significativas para a agricultura e a gestão da água nessas regiões. Os agricultores e os gestores de recursos hídricos nessas regiões podem contar com um padrão previsível de disponibilidade de água, o que é essencial para o planejamento de cultivos e uso eficiente da água. Isso se deve à continuidade da precipitação média. Além disso, essa análise enfatiza a importância de levar em consideração os padrões climáticos regionais e a topografia ao

planejar atividades agrícolas e gerenciar os recursos hídricos.

Como resultado, este estudo não apenas melhora nossa compreensão das dinâmicas hidrológicas regionais, mas também oferece uma base sólida para pesquisas futuras que estudem como a agricultura familiar e os parâmetros hidrológicos interagem. A análise de práticas agrícolas, dados de precipitação e PET pode ajudar no desenvolvimento de políticas e práticas que melhoram a produção agrícola, preservam recursos hídricos e garantem sustentabilidade a longo prazo. Isso destaca a importância de uma abordagem interdisciplinar para enfrentar os desafios agrícolas e hidrológicos.

Agradecimentos

O autor agradece a revista pela oportunidade de compartilhar a pesquisa realizada.

Referências

Alvarenga, A. C.; Ferreira, V. H.; Fortes, M. Z. 2014. Energia solar fotovoltaica: uma aplicação na irrigação da agricultura familiar. Sinergia, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 311-318, out/dez.

- Alves, M. C., do Nascimento, J. T., Medeiros, M. D. B. C. L., & Tavares, A. S. Evapotranspiração de referência entre os métodos de Penman e Thorthwaite, nos municípios de novo repartimento e Santana do Araguaia, PA. *Tópicos em Ciências Agrárias Volume 5*, 7.2020.
- Bentes, Flavio Maldonado; Teixeira, Emerson Moraes; Colucci, Antonio Lincoln. 2023. A agricultura familiar no Brasil e seus riscos laborais: Uma abordagem prevencionista. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 8, p. e6812842919-e6812842919.
- Costa, N., Thebaldi, M. S., & Rodrigues, K. V. 2021. Estimativa da evapotranspiração potencial provável em divinópolis – mg - brasil. *Revista de ciências ambientais*, 15(3), 1. <https://doi.org/10.18316/rca.v15i3.7733>.
- Damasceno, Nagilane Parente; Khan, Ahmad Saeed; LIMA, Patrícia Verônica. Pinheiro Sales. 2011. O Impacto do Pronaf sobre a Sustentabilidade da Agricultura Familiar, Geração de Emprego de Renda no Estado do Ceará. *RESR, Piracicaba, SP*, vol. 49, nº 01, p. 129-156.
- De Souza, John Lennon Nunes; Da Silva Segundo, Francisco Carlos Gurgel. 2021. Projeto de um Sistema de Irrigação Automatizado para Agricultura Familiar. *Anais do Encontro de Computação do Oeste Potiguar ECOP/UFERSA (ISSN 2526-7574)*, v. 2, n. 5.
- De Sousa Leite, A. C., Silva, S., Farias, V., & Galvinctio, J. 2022. A importância da evapotranspiração para o monitoramento ambiental: uma comparação através das ferramentas Sebal/Metric e Super na Bacia Hidrográfica do Rio Brígida, Pernambuco. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, 12(5), 232-339. <https://doi.org/10.29150/jhrs.v12.5.p232-339>.
- Do Nascimento, N. V., Galdino, S. M., da Gama Mota, T. L. N., de Sousa, J. L. C., & Machado, R. S. 2021. O uso das pegadas hídricas na agricultura do Brasil. *Research, Society and Development*, 10(1), e53810112055-e53810112055.
- Guo, F., Liu, D., Mo, S., Huang, Q., Ma, L., Xie, S., ... & Fan, J. 2023. Estimation of daily evapotranspiration in gully area scrub ecosystems on Loess Plateau of China based on multisource observation data. *Ecological Indicators*, 154, 110671.
- IBGE. Censo Agropecuário 2017: resultados. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.
- Jardim, A. M. da R. F., De Queiroz, M. G., Araújo Júnior, G. do N., Da Silva, M. J., & Freire Da Silva, T. G. 2019. Estudos climáticos do número de dias de precipitação pluvial para o município de Serra Talhada-PE. *Revista Engenharia na Agricultura*, 27(4). DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v27i4.875>.
- Mazaro; G. 2020. Qual a situação da Agricultura Familiar no Brasil? Disponível em: <https://ww.politize.com.br/agricultura-familiar/> acesso em: 10/06/2024.
- PENA, Rodolfo F. Alves. Economia de água na agricultura, 2022. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/economia-agua-na-agricultura.htm>. Acesso em: 07/09/2024.
- Picolotto, E. L. 2011. As mãos que alimentam a nação: agricultura familiar, sindicalismo e política. Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Poncio, G. P. D. O. G., Belchior, T. B. S. M. T., & Moreira, S. (2023). Os efeitos regionais da agricultura familiar sobre o índice de desenvolvimento humano dos municípios. *Revista Gestão e Desenvolvimento do Centro-Oeste*, 2(1), 58-72.
- Reis, F. S. et al. 2021. Políticas públicas para a agricultura familiar: uma análise crítica. *Revista da Casa da Agronomia*, v. 19, n. 1, p. 78-87, 2021.
- Silva, Jesiel Souza. Agricultura Familiar, Pluriatividade e Políticas Públicas no Brasil nas Décadas de 1990 e 2000. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 14, p. e13111434501-e13111434501, 2022.
- Silva, L. É. P., & Bracht, E. 2010. Uma nova abordagem para o cálculo de balanço hídrico climatológico. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, 2(1), 2-16, 2010. doi: 10.5335/rbca.2013.722.
- Souza, R., Tavares, H., & Mesquita, A. L. A. 2023. Modelo para avalanche sob enfoque da teoria da percolação. *RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218*, 4(11), e4114430-e4114430.
- Villa, B. de; Petry, M. T.; Martins, J. D.; Tonetto, F.; Tokura, L. K.; Moura, M. B. de; Silva, C. M. da; Gonçalves, A. F.; Cerveira, M. P.; Slim, J.

E.; Santos, M. S. dos; Bellé, M. G.; Jimenez, D. H. 2022. Climatological water balance: a review. Research, Society and Development, [S. l.], v. 11, n. 6, p. e50211626669. DOI: 10.33448/rsdv11i6.26669. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/26669>.

Zanetti, S. S., de Oliveira, V. D. P., & Pruski, F. F. 2006. Validação do modelo ClimaBR em relação ao número de dias chuvosos e à precipitação total diária. Engenharia Agrícola, 26, 96-102.