

Simulação do Balanço Hídrico de um Solo Cultivado com Feijão-Caupi no Hydrus -1D para o Município de Garanhuns – PE

Simulation of the Water Balance of a Soil Cultivated with Cowpeas in Hydrus -1D for the Municipality of Garanhuns – PE

Simulación del Balance Hídrico de un Suelo Cultivado con Alubia Caupí en Hydrus-1D para el Municipio de Garanhuns – PE

Ingrid Karoline Vasconcelos da Silva

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil
Ingrid.vasconcelos@ufpe.br

Artur Paiva Coutinho

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil
arthur.coutinho@ufpe.br

Resumo

O feijão-caupi é comumente chamado de feijão-de-corda, feijão-vigna ou feijão-macassar, é o principal leguminosa cultivada no Nordeste, fazendo parte da alimentação da maioria das famílias da região, pois é uma rica fonte, principalmente, de proteínas e ferro. Para a análise, utilizaram-se dados climatológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), código A322, localizado no município de Garanhuns, no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2020. A partir dos dados climatológicos, foi possível calcular a evapotranspiração pelo método Penman-Monteith, que possibilitou simular o cultivo do feijão-caupi para as condições climáticas do município, utilizando o modelo Hydrus 1D. Considerando que o balanço hídrico é um dos principais métodos para estimar a demanda hídrica de uma cultura em diferentes fases fenológicas, e dada a importância do feijão-caupi no cenário agrícola nordestino, o objetivo deste trabalho é simular a dinâmica da água em um solo cultivado com feijão-caupi, utilizando o programa Hydrus 1D.

Palavras-chave: feijão-caupi; simulação hídrica; hydrus – 1D.

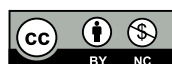
Abstract

Cowpea is commonly called Corda bean, Vigna bean, or Macassar bean. It is the main legume grown in the Northeast, and is part of the diet of most families in the region as it is a rich source, mainly, of protein and iron. The analysis used climatological data from the INMET weather station code A322 located in the municipality of Garanhuns, from January 2017 to December 2020. From the climatological data, evapotranspiration was calculated using the Penman-Monteith method, which made it possible to simulate cowpea bean cultivation for the municipality's climatic conditions using the Hydrus 1D model. As the water balance is one of the main methods for estimating the water demand of a crop, in different phenological phases, and given the importance of cowpea in the northeastern agricultural scenario, the objective of this work is to simulate the water dynamics in a soil cultivated with cowpea using the Hydrus 1D program.

Keywords: cowpea; water simulation; hydro – 1D.

Resumen

La alubia caupí, comúnmente conocida como alubia de Cuerda, alubia Vigna o alubia Macassar, constituye la principal leguminosa cultivada en el Nordeste de Brasil, formando parte esencial de la dieta de la mayoría de las familias de la región, ya que representa una fuente rica, especialmente, de proteínas y hierro. Para este análisis, se utilizaron datos climatológicos de la estación meteorológica del INMET, código A322, localizada



en el municipio de Garanhuns, en el período comprendido entre enero de 2017 y diciembre de 2020. A partir de estos datos, se calculó la evapotranspiración mediante el método de Penman-Monteith, lo cual permitió simular el cultivo de la alubia caupí bajo las condiciones climáticas locales utilizando el modelo Hydrus-1D. Considerando que el balance hídrico es uno de los principales métodos para estimar la demanda hídrica de un cultivo en sus distintas fases fenológicas, y dada la relevancia de la alubia caupí en el contexto agrícola del Nordeste, el objetivo de este estudio es simular la dinámica del agua en un suelo cultivado con alubia caupí empleando el programa Hydrus-1D.

Palabras clave: alubia caupí; simulación hídrica; Hydrus-1D.

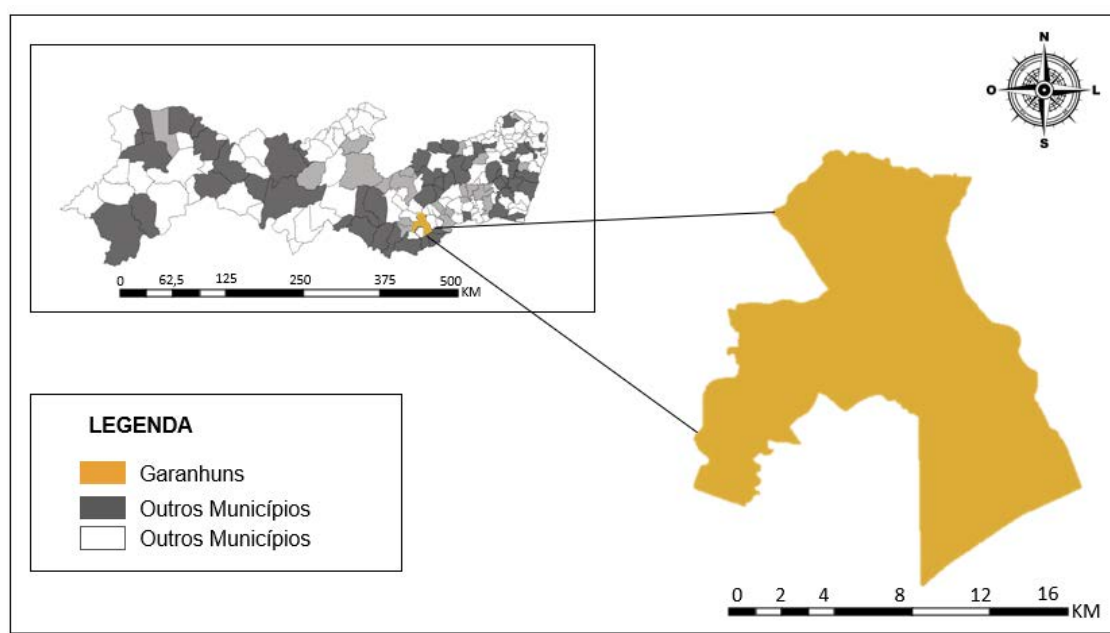
1 Introdução

A dinâmica da água no solo está diretamente relacionada à produção vegetal, sendo seu conhecimento fundamental para a tomada de decisão agrícola. Desse modo, a caracterização dos fatores que intervêm no movimento da água no solo é fundamental, uma vez que esse processo, no sistema solo-planta-atmosfera, envolve a infiltração da água no solo, a redistribuição, a drenagem interna e a absorção da água pelas plantas. As simulações numéricas possibilitam orientar o processo de tomada de decisões, avaliar e analisar cenários, possibilitando a previsão de fenômenos e processos naturais. Por outro lado, simular as interações solo-planta-atmosfera é uma tarefa complexa devido a não linearidade dos processos de transferências, a variedade de escalas envolvidas e as incertezas dos dados de entrada.

O Hydrus-1D é um *software* de simulação hidrológica que modela o movimento de água, calor e solutos em solos saturados e não saturados, tanto em áreas cultivadas quanto não cultivadas. Baseado no método de elementos finitos, o programa resolve numericamente a equação de Richards (Mannich; Guetter, 2011) para o fluxo de água em meios porosos, incorporando também equações de transporte de solutos. Além disso, o *Hydrus-1D* permite a modelagem inversa, facilitando a estimativa de parâmetros hidráulicos do solo a partir de dados observados.

Este estudo teve como foco o município de Garanhuns (PE) (Figura 1), região representativa do Nordeste brasileiro, onde o feijão-caupi desempenha um papel socioeconômico crucial. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o município possui uma área de 458,6 km² e população de 142.506 habitantes, caracterizando-se por um clima semiárido com chuvas sazonais.

Figura 1 – Mapa do Município de Garanhuns



2 Referencial Teórico

2.1 Feijão Caupi

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), também conhecido como feijão-de-corda, feijão-vigna ou feijão-macassar, é cultivado em diversas regiões tropicais e subtropicais, incluindo as Américas Central e do Sul, África Ocidental, Índia e partes da Ásia e Europa. Na América do Sul, o Nordeste brasileiro destaca-se como principal região produtora (Ehlers; Hall, 1997). Segundo Santos *et al.* (2009), o feijão-caupi representa a principal leguminosa cultivada no Nordeste brasileiro, constituindo um componente essencial da dieta regional devido ao seu elevado valor nutricional, com destaque para seu conteúdo proteico (20-25% da composição) e teor de ferro (aproximadamente 5 mg/100 g).

O Brasil produziu 3,23 milhões de toneladas de feijões na safra 2020/2021, das quais o feijão-caupi representou 712 mil toneladas (Brasil, 2023). A diferença de produtividade na safra 2020/2021 foi marcante ao se comparar o Norte-Nordeste – que planta predominantemente feijão-caupi, com 500 kg ha⁻¹ – ao Centro-Sul, onde predomina o feijão-comum, com 1.796 kg ha⁻¹. Uma das limitações tecnológicas enfrentadas é a menor disponibilidade de cultivares de feijão-caupi recomendadas aos agricultores. Entre 2000 e 2020, foram lançadas ou registradas no Brasil 47 cultivares de feijão-comum e 28 cultivares de feijão-caupi (Brasil, 2023). Dessa forma, compreende-se como fundamental o desenvolvimento de novas cultivares de feijão-caupi, para promover a consolidação e expansão da produção no Norte-Nordeste.

3 Metodologia (Materiais e Métodos)

3.1 Área de Estudo

Segundo o IBGE (2022), Garanhuns é uma cidade de Estado do Pernambuco. O município se estende por 458,6 km² e contava com 142.506 habitantes no último censo. A densidade demográfica é de 304,8 habitantes por km² no território do município. Vizinho dos municípios de São João, Brejão e Caetés, Garanhuns se situa a 89 km a Sul-Oeste de Caruaru. Situado a 841 metros de altitude, o município de Garanhuns tem as seguintes coordenadas geográficas: latitude: 8° 53' 27" Sul, longitude: 36° 29' 48" Oeste.

3.2 Dinâmica da Água no solo simulada pelo Hydrus1D

A equação que governa o fluxo unidimensional de água de meios porosos no Hydrus1D é a equação de Richards (Mannich; Guetter, 2011) com a adição do termo de extração de água pelo sistema radicular (S). Supondo que a fase do ar desempenha um papel insignificante no fluxo de água, e que os fluxos de água gerados pelos gradientes térmicos são desprezíveis, pode-se escrever a equação de Richards da seguinte forma:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[K(\theta) \cdot \frac{\partial \psi}{\partial z} \right] - S \quad (1)$$

Em que ψ_m é o potencial matricial, θ é a umidade volumétrica, t é o tempo, z é a coordenada espacial do fluxo, S é a extração de água pelo sistema radicular da planta e $K(\theta)$ é a curva de condutividade hidráulica em função da umidade volumétrica. A solução da equação de fluxo (Eq. 1) é feita por meio do método de elementos finitos, sujeita às condições iniciais e de fronteira impostas, exigindo-se o conhecimento das propriedades hidráulicas do solo, como a curva de retenção $\psi(\theta)$ e curva de condutividade hidráulica $K(\theta)$.

No Hydrus1D, as propriedades hidráulicas do solo são calculadas por meio de uma equação. Entre as equações proposta por Brooks e Corey (1966), Van Genuchten (1980) ou Vogel e Cislerova (1988). O Hydrus1D dispõe somente do modelo de estatística de distribuição dos tamanhos dos poros (Mualem, 1976) para relacionar os parâmetros m e n . Para a simulação do balanço hídrico da cultura de feijão, utilizaram-se as equações de Van Genuchten, tanto para a curva de retenção e para a curva de condutividade hidráulica.

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\alpha|\psi_m|)^n\right]^m} \quad (2)$$

$$K(\theta) = K_s \cdot S_e^{0,5} \cdot \left[1 - \left(1 - S_e^{1/m}\right)^m\right]^2 \quad (3)$$

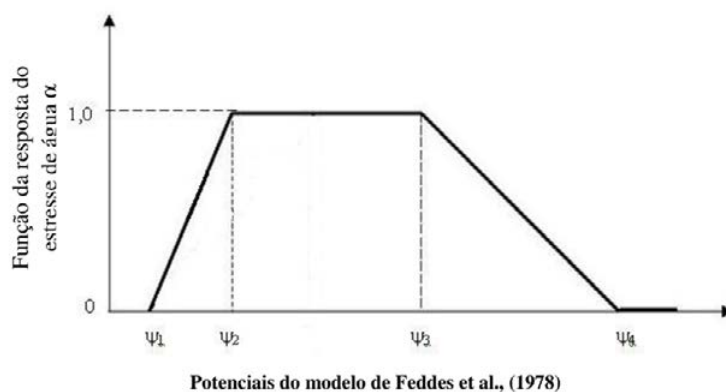
3.3 Extração de água pelo sistema radicular

O Hydrus1D incorpora na equação de fluxo (Eq. 1) o termo extração de água pelo sistema radicular S , que é definido como o volume da água extraído pela planta de uma unidade de volume representativo do solo por unidade de tempo. Segundo o modelo de Feddes, Kowalik e Zaradny (1978), S é definido como:

$$S(\psi_m) = \alpha(\psi_m) S_p \quad (4)$$

Como mostrado na Figura 2, $\alpha(\psi_m)$ é uma função da resposta do estresse de água da extração pelo sistema radicular, que é uma função do potencial, e S_p é a taxa de extração de água potencial. De acordo com Feddes, Kowalik e Zaradny (1978), quatro potenciais matriciais determinam a extração de água pelo sistema radicular da cultura. O potencial ψ_1 é o ponto a partir do qual as raízes começam a extrair água do solo. O potencial ψ_2 é representa o valor a partir do qual as raízes extraem água do solo com a maior taxa possível. Já o potencial ψ_3 é o limite abaixo do qual as raízes não conseguem mais extrair água à taxa máxima. Por fim, o potencial ψ_4 é o potencial corresponde ao ponto em que a absorção de água pelo sistema radicular cessa completamente.

Figura 2 – Esquema da função da resposta do estresse de água em função do potencial matricial.



Fonte: Feddes, Kowalik e Zaradny (1978).

A extração de água pelo sistema radicular é função do potencial matricial. Há uma variação linear na taxa de extração de água entre ψ_1 e ψ_2 (acrécimo), entre ψ_3 e ψ_4 (decrécimo), devido à falta de aeração ou redução da água disponível para a planta, e entre os potenciais ψ_2 e ψ_3 , quando as raízes extraem água a uma taxa máxima (Antonino, 1988).

Para a simulação de um solo cultivado no Hydrus1D, os quatro valores de potenciais precisam ser especificados, utilizando-se nomenclaturas diferentes da utilizada por Feddes, Kowalik e Zaradny (1978). O Hydrus1D fornece um conjunto de valores de referência para os potenciais do modelo de extração de água pela raiz ($\psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4$) para diversos tipos de cultura, entre eles os potenciais para a cultura de feijão. A Tabela 3 apresenta os potenciais do modelo de Feddes, Kowalik e Zaradny adotado para o feijão-caupi e mostra a diferença de nomenclatura existente entre os potenciais do modelo de Feddes, Kowalik e Zaradny (1978) e os parâmetros de entrada no programa Hydrus1D.

Tabela 1 – Parâmetros do modelo de Feddes, Kowalik e Zaradny para extração de água pela raiz utilizado no Hydrus1D para a cultura de feijão.

Potenciais (Feddes et al., 1978)	ψ_1	ψ_3	ψ_3		ψ_4
Potenciais no Hydrus1D	P0	P0pt	P2H	P2L	P3
Valor adotado para o feijão (cm)	-10	-25	-750	-2000	-8000

Fonte: Feddes, Kowalik e Zaradny (1978).

Os potenciais do modelo de Feddes, Kowalik e Zaradny para extração de água pelo sistema radicular são calculados pelo Hydrus1D da seguinte forma:

$$\psi_1 = P0 \quad (5)$$

$$\psi_2 = P0pt \quad (6)$$

$$\psi_3 = \begin{cases} P2H + \frac{P2L - P2H}{r2H - r2L} \cdot (r2H - T_p) & \text{para } r2L < T_p < r2H \\ P2L & \text{para } T_p \leq r2L \\ P2H & \text{para } T_p \geq r2H \end{cases} \quad (7)$$

$$\psi_4 = P3 \quad (8)$$

Em que : P0 é o potencial no qual as raízes começam extrair água do solo; P0pt é o potencial na qual as raízes começam a extrair água do solo a uma taxa máxima; P2H é o potencial na qual as raízes param de extrair água do solo à taxa máxima (assumindo uma transpiração potencial r2H); P2L é o potencial na qual as plantas param de extrair água do solo à taxa máxima (assumindo uma transpiração potencial r2L); P3 é o potencial na qual a extração de água pela raiz cessa ; e r2H e r2L são taxas de transpiração potenciais assumidos pelo programa Hydrus1D, como 0,5 cm.h⁻¹ e 0,1 cm.h⁻¹, respectivamente.

Quando a taxa de extração potencial de água é igualmente distribuída sobre a zona da raiz, S_p é dada por:

$$S_p = \frac{1}{L_R} T_p = b(x) \cdot T_p \quad (9)$$

Na qual : T_p é a taxa de transpiração potencial ; L_R é a profundidade da zona da raiz ; e $b(x)$ é uma função normalizada de distribuição da extração de água obtida através dos dados de crescimento da raiz. Essa função descreve a variação espacial do termo extração potencial (S_p) na zona da raiz e é obtida pela normalização de uma função de distribuição radicular prescrita ou medida arbitrariamente.

3.4 Determinação dos Parâmetros e Dados de Entrada no modelo

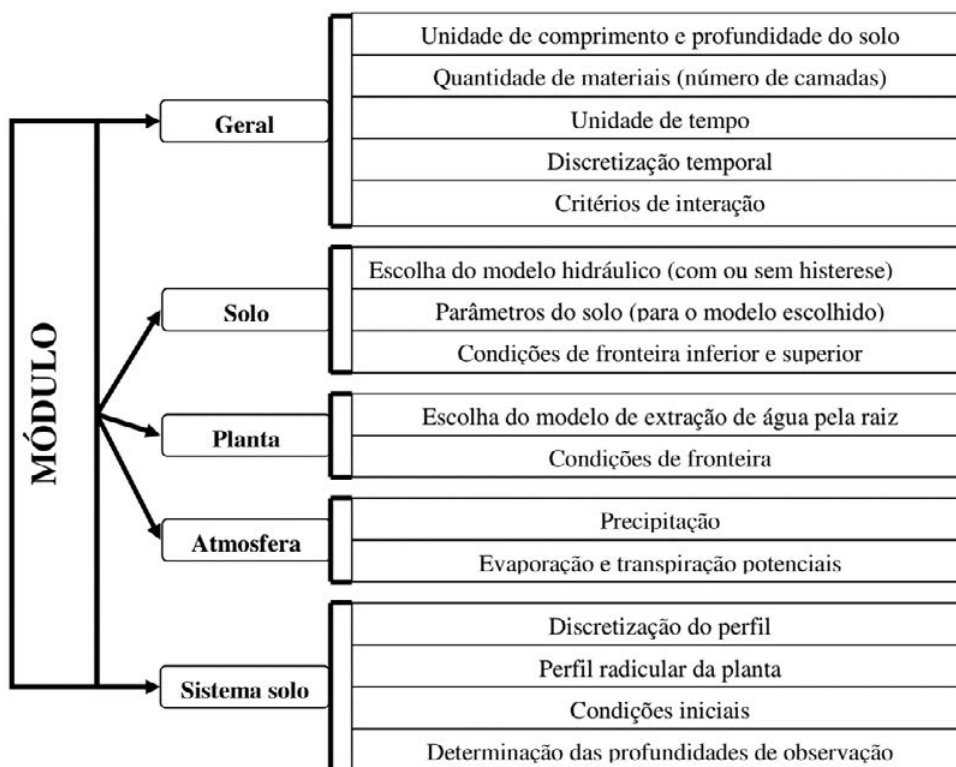
Para simulações da dinâmica da água em um solo cultivado, o programa Hydrus1D necessita de diversos dados que compõem a entrada, como os parâmetros hidráulicos do solo e dados da cultura. Os dados de entrada para a simulação da dinâmica da água de um solo cultivado no Hydrus1D estão organizados em cinco módulos: O módulo “geral”, o módulo “solo”, o módulo “planta”, o módulo “atmosfera” e o módulo “sistema solo” sujeitos as condições iniciais e de fronteiras.

No módulo “geral”, define-se a unidade de medida de comprimento (m, cm ou mm), profundidade do solo e o número de camadas do solo. Em seguida é definida a unidade de medida do tempo (segundo, minuto, hora, dias ou ano), a discretização temporal (intervalo de simulação, tempo inicial, tempo máximo e tempo mínimo),

e os critérios de interações necessários para a convergência dos cálculos. No módulo “solo”, escolhe-se o modelo hidráulico (com ou sem histerese), entrando com os parâmetros do solo para o modelo hidráulico escolhido e colocando as condições de fronteira superior e inferior. No módulo “planta”, determina-se o modelo de extração de água pelo sistema radicular e os parâmetros da planta. Já os dados de entrada necessários para o módulo “atmosfera” são a precipitação, a evaporação do solo e a transpiração da planta na unidade de comprimento escolhida. No módulo “sistema solo” é feita a discretização do perfil do solo e dados do perfil radicular da cultura, as condições iniciais (perfil de umidade volumétrica ou perfil de potencial matricial) e as profundidades de observação.

Para a simulação do balanço hídrico para a cultura de feijão, utilizaram-se as equações de Van Genuchten, para a curva de retenção e para a curva de condutividade hidráulica. O Hydrus1D incorpora na equação de fluxo o termo extração de água pelo sistema radicular, representado por S , definido como o volume da água extraído pela planta de uma unidade de volume representativo do solo por unidade de tempo, segundo o modelo de Feddes, Kowalik e Zaradny (1978). Para simulações da dinâmica da água em um solo cultivado, o programa Hydrus1D necessita de diversos dados que compõem a entrada, como os parâmetros hidráulicos do solo e dados da cultura. Os dados de entrada para a simulação da dinâmica da água de um solo cultivado no Hydrus1D estão organizados em módulos, como mostrado na Figura 3.

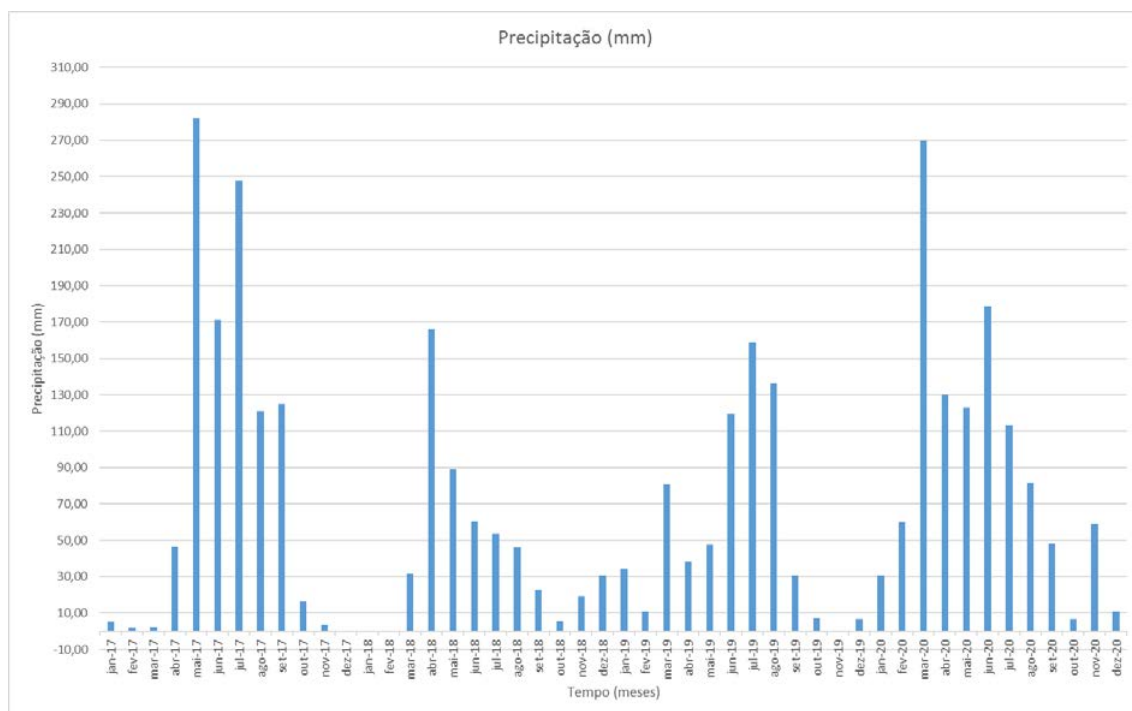
Figura 3 – Entradas necessárias para a simulação de um solo cultivado no Hydrus1D



Fonte: Alves (2009).

Utilizaram-se dados climatológicos da estação meteorológica com o código A322 do INMET, localizado no município de Garanhuns, em janeiro de 2017 a dezembro de 2020. As precipitações médias mensais do período utilizado para realizar as simulações podem ser visualizados na Figura 4.

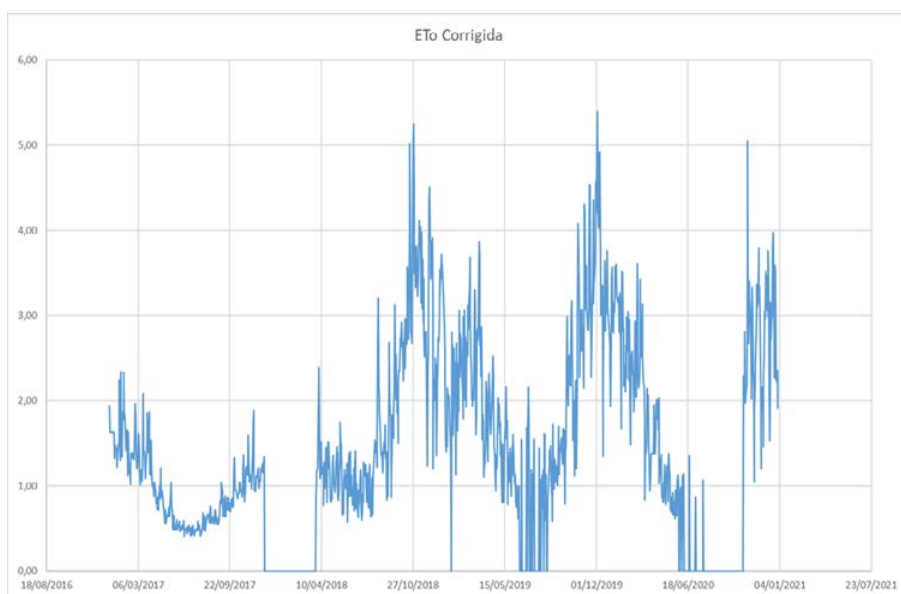
Figura 4 – Precipitação média mensal de janeiro de 2017 a dezembro de 2020 do município de Garanhuns-PE.



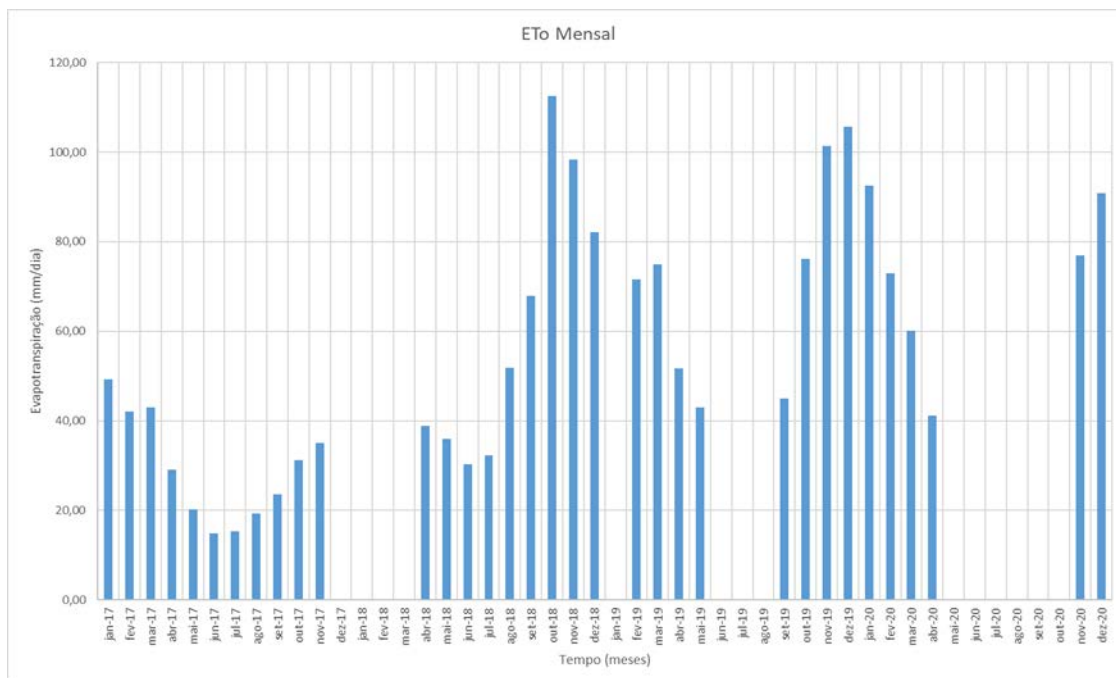
Fonte: INMET (2020)

A partir dos dados climatológicos, a evapotranspiração foi calculada pelo método de Penman-Monteith (Alves, 2009). A evapotranspiração de referência diária pode ser visualizada na Figura 5, e a evapotranspiração medida mensal para o período utilizado na simulação pode ser visualizada na Figura 6.

Figura 5 – Evapotranspiração de Referência Diária



Fonte: INMET (2020)

Figura 6 – Evapotranspiração Média Mensal

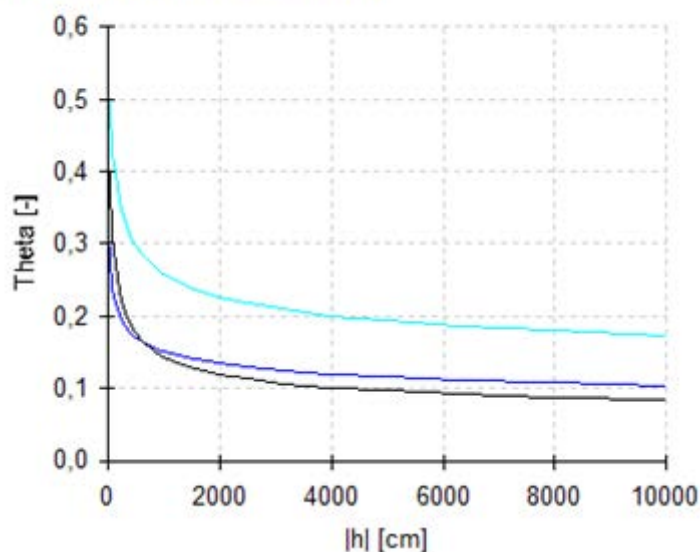
Fonte: INMET (2020)

4 Resultados e Discussão

Os resultados preliminares confirmaram a adequada calibração do Hydrus-1D, validando os parâmetros hidrodinâmicos do solo, características da cultura e configuração do sistema ($R^2 > 0,85$). (Fig. 7, 8, 9, 10). Com o modelo devidamente parametrizado, a próxima fase aplicará simulações em condições reais de cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) em Garanhuns-PE, utilizando dados meteorológicos de alta resolução para: quantificar o balanço hídrico sazonal, identificar períodos críticos de demanda hídrica, e otimizar estratégias de irrigação para o semiárido nordestino. Esta abordagem permitirá uma avaliação precisa das necessidades hídricas da cultura nas condições edafoclimáticas locais.

Figura 7 – Curva de Retenção da Água no Solo

Hydraulic Properties: Theta vs. h



Fonte: INMET (2020)

Figura 8 – Curva de Condutividade Hidráulica do Solo

Hydraulic Properties: log K vs. h

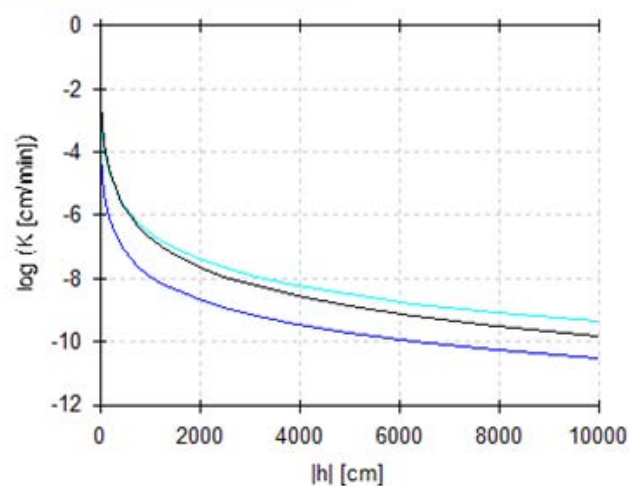


Figura 9 – Nós Observados do Potencial Matricial

Observation Nodes: Pressure Heads

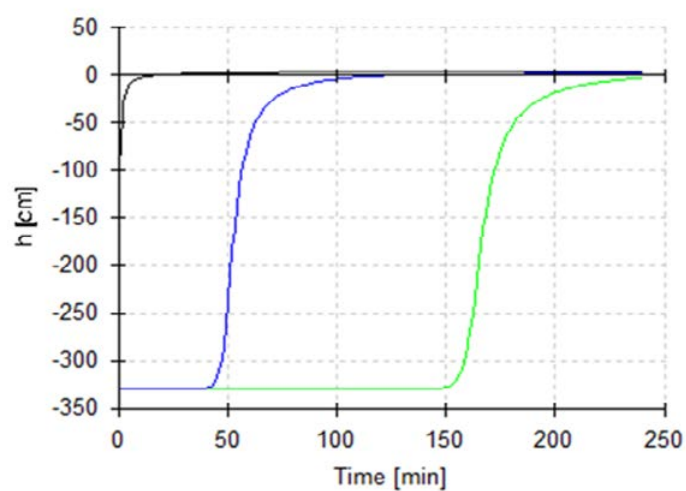
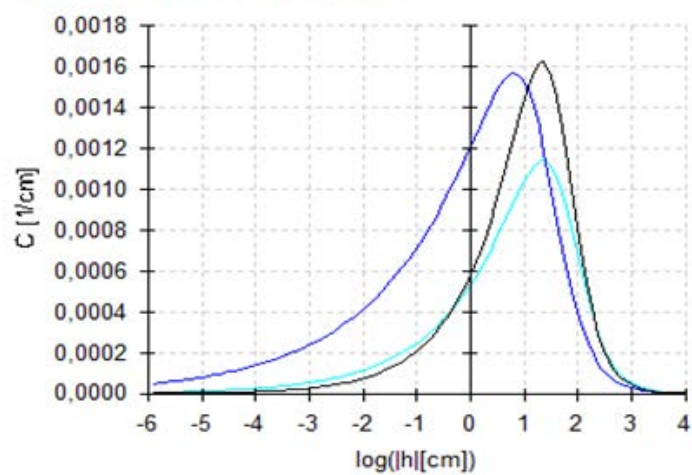


Figura 10 – Curva de Capacidade Hidráulica

Hydraulic Properties: C vs. log h



5 Conclusão

O estudo demonstrou a eficácia do Hydrus-1D como ferramenta para análise da dinâmica hídrica em solos de Garanhuns-PE, atendendo plenamente aos objetivos propostos. Os resultados obtidos permitiram: validar os parâmetros hidrodinâmicos do solo, calibrar o modelo para as condições locais, e estabelecer bases para a previsão da demanda hídrica do feijão-caupi. Embora os achados sejam robustos, recomenda-se a atualização periódica dos parâmetros, à medida que novos dados sejam disponibilizados, prática comum em modelagem hidrológica. O Hydrus-1D mostrou-se particularmente eficiente para o manejo hídrico em cultivos do semiárido nordestino, oferecendo subsídios valiosos para a otimização de práticas irrigatórias na região.

6 Referências

- ANTONINO, A. C. D. **Simulação numérica do comportamento da água no solo**. 1988. 118f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Energéticas Nucleares) – Departamento de Energia Nuclear, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1988.
- ALVES, E. M. **Aplicação do programa HYDRUS 1D em solo cultivado com feijão Caupi**. 2009. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Energéticas Nucleares) - Departamento de Energia Nuclear, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/9503>. Acesso em: 25 maio 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro nacional de cultivares – RNC**, 2025. As informações sobre cultivares registradas no RNC estão disponíveis em tempo real. Disponível em: http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php. Acesso em: 25 maio 2021.
- BRASIL. Ministério da Fazenda. **Levantamento de safra de grãos – agosto 2023**. Brasília, DF: Companhia Nacional de Abastecimento, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/fazenda/pt-br/central-de-conteudo/publicacoes/conjuntura-economica/agricola/2023/20230906_levantamento-de-safras_conab.pdf. Acesso em: 23 maio 2025.
- BROOKS, R. H.; COREY, A. T. Properties of porous media affecting fluid flow. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, New York, v. 92, n. 2, p. 61-88, 1966. DOI: <https://doi.org/10.1061/JRCEA4.0000425>
- EHLERS, J. D.; HALL, A. E. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) **Fields Crop Research**, [s. l.], v. 53, n. 1, p. 187-204, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(97\)00031-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00031-2)
- FEDDES, R. A.; KOWALIK, P. J.; ZARADNY, H. **Simulation of field water use and crop yield**. New York: John Wiley & Sons, 1978.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Portal.inmet.gov.br. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em 25 maio 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2022**. Brasília, DF: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html?=&t=notas-tecnicas>. Acesso em: 22 maio 2025.
- MANNICH, M.; GUETTER, A. K. Solução analítica da equação de Richards. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s. l.], v. 16, n.1, p. 47-54, jan./mar. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/305306113_Solucao_Analitica_da_Equacao_de_Richards. Acesso em: 21 julho 2025.
- MUALEM, Y. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. **Water Resources Research**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 513–522, 1976. DOI: <https://doi.org/10.1029/WR012i003p00513>
- SANTOS, J. F.; GRANJEIRO, J. I. T.; BRITO, C. H.; SANTOS, M. C. C. A. Produção e componentes produtivos de variedades de feijão caupi na microrregião do Cariri Paraibano. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 214–222, 2009. Disponível em: <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=192&layout=abstract>. Acesso em: 25 maio 2021.

VAN GENUCHTEN, M. T. H. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, [s. l.], v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj1980.03615995004400050002x>

VOGEL, T.; CISLEROVA, M. On the reliability of unsaturated hydraulic conductivity calculated from the moisture retention curve. **Transport in Porous Media**, [s. l.], v. 3, p. 1–15, 1988. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00222683>

Sobre os Autores

Ingrid Karoline Vasconcelos da Silva

Ingrid Vasconcelos, graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE, Campus Agreste), destaca-se por sua trajetória acadêmica e profissional multidisciplinar, com ênfase em Engenharia, Tecnologia e Design. Natural de Pernambuco e ex-estudante de escola pública, foi bolsista do Programa de Bolsas de Incentivo Acadêmico da Universidade Federal de Pernambuco (BIA/UFPE) e de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), desenvolvendo simulações hídricas no Hydrus-1D para Garanhuns-PE. Participou de intercâmbio remoto no Rockland Community College (EUA), propondo soluções sustentáveis para gestão escolar. Atuou como estagiária na Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) na elaboração de projetos de saneamento, John Holland (Análise Estrutural), SpareProvider.com (análise de dados) e CollegePur (desenvolvimento backend). Possui experiência em pesquisa aplicada a recursos hídricos, solo e modelagem computacional, com domínio de ferramentas como Python, SQL, AutoCAD, Power BI e React. Reconhecida em premiações como a Olimpíada Brasileira de Matemáticas das Escolas Públicas (OBMEP) e Olimpíada Brasileira de Matemática Financeira (OBMF), integra grupos de pesquisa na UFPE e Columbia University, com publicações em conferências nacionais e internacionais.

Artur Paiva Coutinho

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco, mestrado em Engenharia Civil e doutorado em Engenharia Civil, todas pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), e doutorado em Doutorado Sanduiche – LEHNA – Ecole Nationale des Travaux Publics de le Etat. Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal de Pernambuco, coordenador do núcleo de tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco, conselheiro do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco e curador da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em hidrologia urbana, atuando principalmente nos seguintes temas: hydrus, infiltração, drenagem urbana, chuvas intensas e pavimento permeável.

Como citar:

VASCONCELOS, Ingrid; COUTINHO, Artur Paiva. Simulação do balanço hídrico de um solo cultivado com feijão caupi no Hydrus -1D para o município de Garanhuns – PE. **Rev. Tecnol.**, Fortaleza, v. 45, p. 1-11, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5020/23180730.2024.15302>

Aceito em: 10/11/2024

Avaliado em: 02/07/2024