



INFILTRÔMETRO DE ANÉIS DUPLOS SEMIAUTOMÁTICO DE CARGA POUCO VARIÁVEL

Jefferson Gomes Confessor

Universidade Federal de Catalão

Lara Luíza Silva

Universidade Federal de Uberlândia

Silvio Carlos Rodrigues

Universidade Federal de Uberlândia

RESUMO

Infiltrômetros de anéis duplos são utilizados como ferramentas de prospecção de dados primários em campo. A variação de carga produzida pela oscilação da água nos equipamentos tradicionais pode gerar inconsistências nos dados produzidos, tornando-se necessário a utilização de equipamentos mais precisos. Este trabalho objetiva apresentar a construção de um infiltrômetro de anéis duplos semiautomático de carga pouco variável. O equipamento apresentou-se portátil, com partes segmentadas, auxiliando sua utilização em diferentes tipos de ambientes de campo. Os registros do tipo boia utilizados viabilizaram a reposição automática da água nos cilindros, tornando a coluna d'água constante sobre a superfície, não sendo encontradas restrições de uso para o equipamento em diferentes classes de solos.

Palavras-chave: Infiltrômetro de inundação; Infiltrômetro de anéis concêntricos; infiltração de água no solo.

ABSTRACT

Infiltration double-ring infiltrometers are used as primary data prospecting tools in the field. The load variation caused by water oscillation in traditional equipment can lead to inconsistencies in the produced data, making it necessary to use more precise equipment. This work aims to present the construction of a semi-automatic double-ring infiltrometer with low variable load. The equipment proved to be portable, with segmented parts, facilitating its use in different field environments. The buoy-type records used enabled the automatic replenishment of water in the cylinders, keeping the water column constant over the surface, and no usage restrictions were found for the equipment in different soil classes.

Key words: Flood infiltrometer; Concentric ring infiltrometer; water infiltration in soil.

Introdução

A utilização de infiltrômetros de anéis duplos pode ser acompanhada em diversos trabalhos (COELHO et al, 2000; NUNES et al., 2012; FAGUNDES et al., 2012; RIBEIRO et al., 2019), os quais objetivaram através do uso deste equipamento determinar as taxas de infiltração em diferentes classes de solo, sendo este procedimento necessário em estudos que envolvam a compreensão da dinâmica hídrica local.

São caracterizados por cilindros de volume conhecido que são inseridos no solo. Seu funcionamento se efetiva por meio da inundação por água de uma determinada área circundada por estes cilindros (FIORI et al. 2010), de forma a aprisionar o volume em seu interior e permitir o conhecimento da passagem da água por entre os poros do solo em tempo estimado (GOMES e PEREIRA, 2009).

Com o início da infiltração, o nível de água no interior dos anéis se rebaixa de forma gradual até o limite estipulado pelo pesquisador, sendo novamente preenchidos por água até o nível inicial (NASCIMENTO et al., 2020). Neste sistema, exige-se a necessidade constante de reabastecimento dos anéis de forma manual, demandando tempo e atenção por parte do pesquisador, tornando-se um processo repetitivo e cansativo, no qual, se não realizado de maneira correta e homogênea ao longo de todo período de testes, pode vir a comprometer a qualidade dos dados obtidos (CONFESSOR, 2023).

Além disso, a variação na coluna de água no interior dos anéis promove alterações de carga sobre o solo, a qual modifica a pressão exercida pelo fluido sobre a superfície. A oscilação da pressão pode gerar reflexos no movimento de infiltração, acelerando sua velocidade de acordo com o seu aumento.

Neste sentido, visando evitar flutuações no nível de água e por consequência alterações nas taxas de infiltração, facilitar o uso do equipamento e produzir dados mais precisos, objetiva-se com este trabalho construir um modelo de infiltrômetro de inundação capaz de regular a coluna de água no interior dos anéis de forma automática, com capacidade de produzir baixa variação de carga sobre o solo ao longo de todo período de experimentos, garantindo um ambiente de análise mais homogêneo e viabilizando assim a prospecção de dados em condições mais precisas.

Materiais e métodos

Por se tratar de um equipamento de campo, as dimensões deste infiltrômetro foram elaboradas para facilitar seu uso e transporte, sendo desenvolvido em partes que se segmentam para conferir maior mobilidade ao equipamento, expandindo sua capacidade de uso para diferentes localidades.

Para melhor compreensão, o equipamento pode ser subdividido em três grandes partes (FIGURA 1), sendo: Anéis duplos (A); Recipiente de abastecimento do anel externo (B); e Recipientes de abastecimento do anel interno (C).

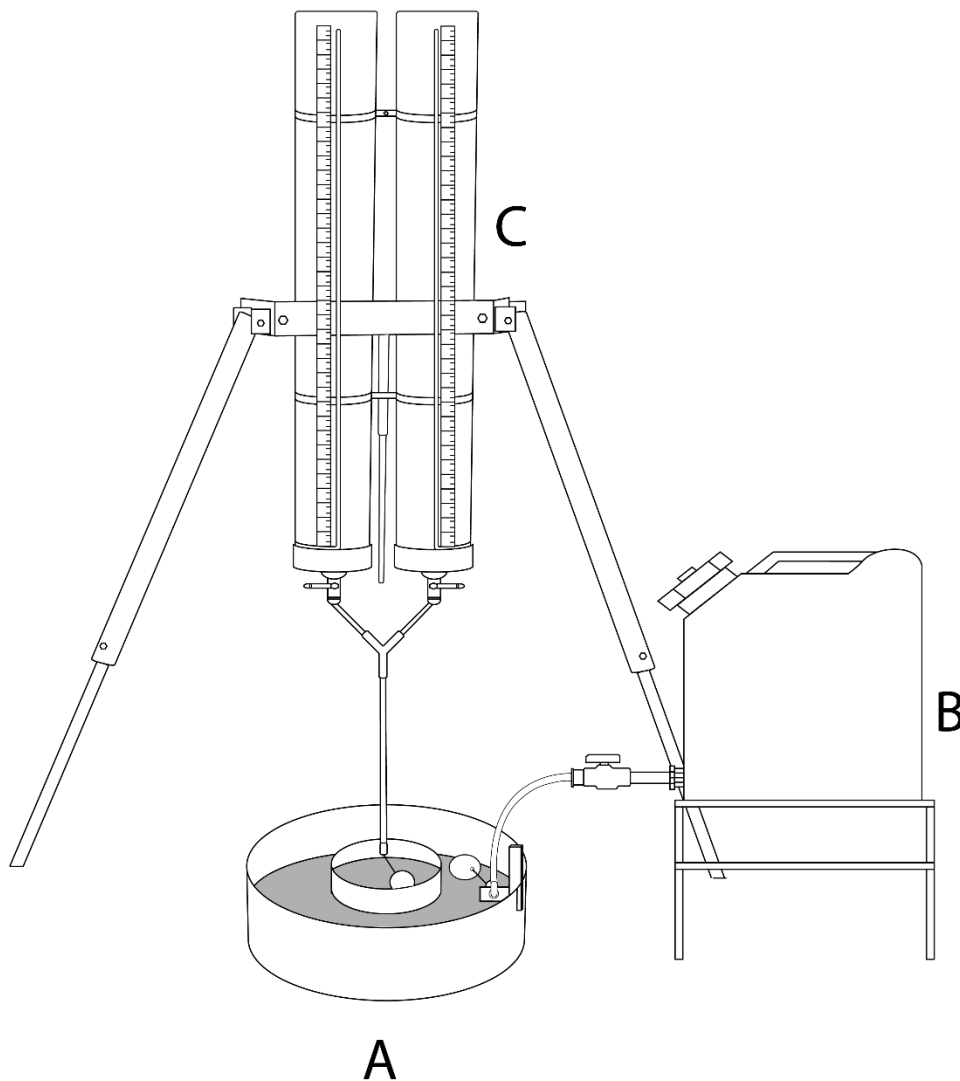


Figura 1 – Infiltrômetro de inundação de anéis concêntricos e carga pouco variável. Fonte: Autores.

Anel interno

Partindo dos anéis (Figura 1 A), eles se caracterizam por dois cilindros de aço de 3 mm de espessura, se diferindo apenas em diâmetro (Figura 2), sendo utilizado a medida de 25 centímetros para o anel interno (A1) e 50 centímetros para o anel externo (A2) (OLIVEIRA, 1987; RIBEIRO et al., 2019; NASCIMENTO et al., 2020).

A altura dos anéis apresenta duas funções básicas: a primeira é de limitar uma área de tamanho estimado no interior do solo, sendo este objetivo alcançado por meio do cravamento dos cilindros; e, como segunda função, promover ambiente para armazenamento da água sobre a superfície, acondicionando o fluido e limitando sua exposição em uma área determinada.

Para o equipamento em questão, respeitou-se a profundidade de cravamento difundida na literatura de 15 centímetros (OLIVEIRA, 1987; COSTA et al., 1999; VIANA et al., 2015), com aplicação de uma lâmina d'água de 5 centímetros sobre a superfície (FAGUNDES et al., 2012, SANTOS et al., 2013).

O acondicionamento dos materiais necessários para controle da liberação da água no interior dos anéis demandou uma área de 10 cm, totalizando cilindros com dimensões de 30 cm de altura (Figura 2, B1 e B2). Cabe ressaltar que em caso de utilização de materiais que se diferem dos citados, a altura dos anéis pode ser alterada para melhor adaptação das peças necessárias para o funcionamento ideal do equipamento.

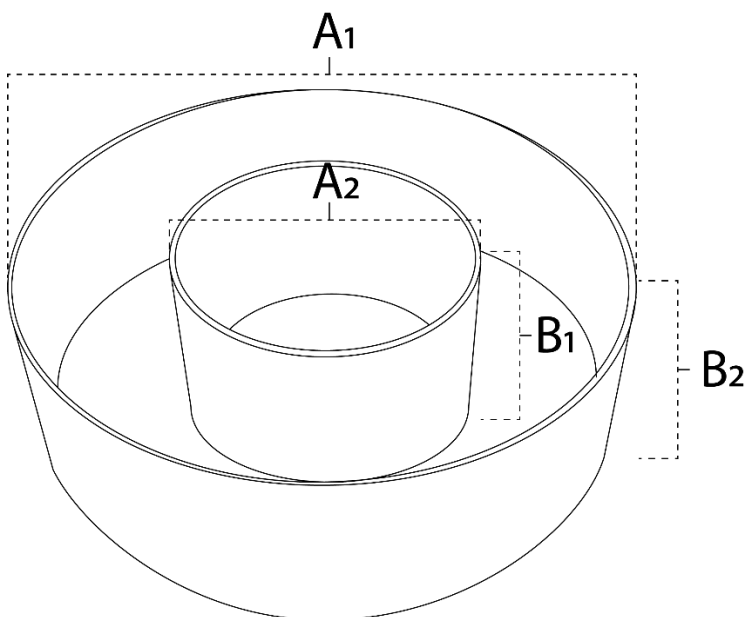


Figura 2 – Dimensões dos anéis concêntricos: Anel externo – A1; Anel interno – A2; Altura dos anéis - B1 e B2. Fonte: Autores.

O nível de água pouco variável no interior dos anéis foi obtido por meio do uso de válvulas do tipo boia. No mercado existem diversos tipos e modelos, cada qual com dimensões e características de vazão que se diferem, tornando necessário o conhecimento de seu funcionamento por meio de uma aferição prévia, de maneira a garantir que a vazão de reposição supere às demandas de infiltração.

A fixação do registro do tipo boia no anel interno (Figura 3) foi feita através da abertura de um furo no topo do cilindro (C), sendo inserido a válvula (D) e afixada por meio de uma contraporca (B), o nível de água de 5 centímetros no interior do cilindro (G) deve acionar o mecanismo de fechamento da água (D), para que isto ocorra, a haste (E) deve posicionar a boia (F) de forma a coincidir com o nível da água, produzindo completo fechamento da válvula.

A alimentação da válvula por água (D) é realizada por meio da fixação de um Joelho de mangueira rosqueável do tipo espigão (A), o qual é conectado ao restante do equipamento por meio de uma mangueira de 3/4.

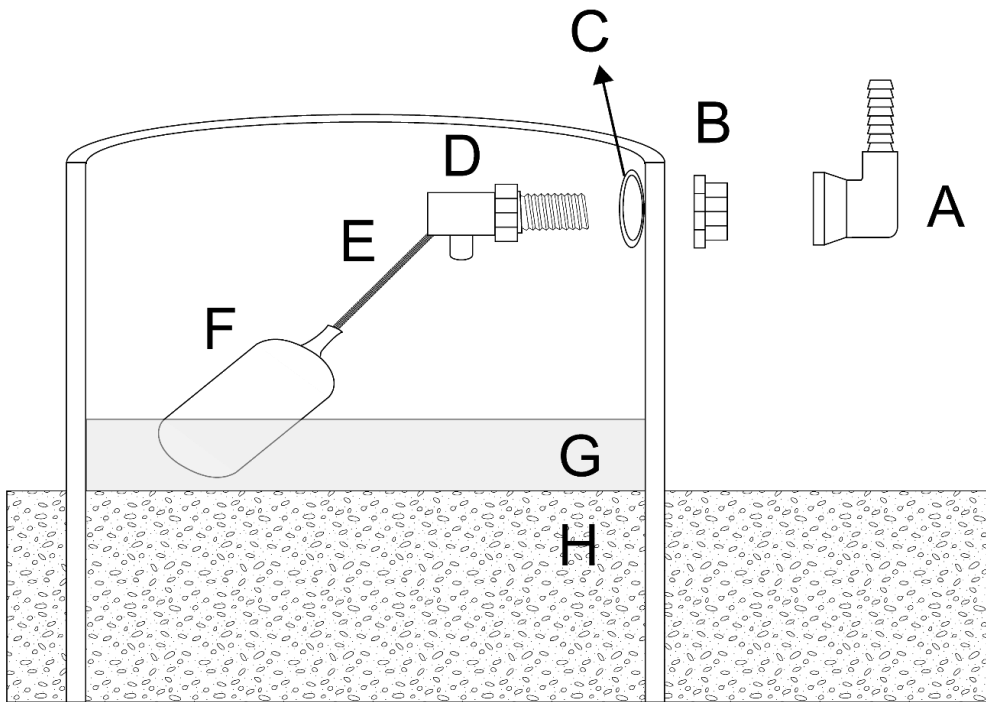


Figura 3 – Fixação de registro do tipo boia no anel interno. Fonte: Autores.

Cilindro de armazenagem de água para o anel interno

O recipiente de armazenagem de água utilizado para abastecimento do anel interno (Figura 4 C) foi elaborado de maneira a suprir as seguintes demandas: 1- Ser portátil; 2- Permitir a aferição do rebaixamento do nível da água em seu interior de forma rápida e precisa; 3- Garantir o fornecimento de água de maneira contínua ao longo de todo período de testes, permitindo seu reabastecimento sem interrupção dos experimentos; 4- Ser utilizável em diferentes tipos de ambientes de campo; e 5- Apresentar construção robusta, minimizando possíveis problemas em campo.

O equipamento desenvolvido é subdividido em duas grandes partes (Figura 4), sendo os recipientes de armazenagem (A1 e A2) e o suporte de fixação dos recipientes (B). Sua portabilidade foi obtida através da elaboração de um equipamento que se segmenta em partes, o qual expõe fácil montagem, permitindo melhor mobilidade e capacidade de armazenagem.

Para garantir o fornecimento de água de maneira constante e possibilitar seu reabastecimento sem a necessidade de interrupção dos experimentos, foram utilizados dois recipientes de armazenagem com acionamento distinto (A1 e A2). Desta forma, ao esgotar o volume de um dos recipientes, o acionamento de um registro possibilita a utilização do volume armazenado no outro cilindro, garantindo a continuidade dos experimentos enquanto o cilindro vazio é novamente preenchido por água.

Para os cilindros de armazenagem foram utilizados canos de PVC de 100 mm de diâmetro e 1,2 metros de altura. Faz-se interessante a utilização de cilindros que apresentem diâmetro menor em relação ao anel no qual fornecerão água, pois, sob mesma demanda de água, haverá maior oscilação no nível do cilindro de menor diâmetro, tornando-se uma peça mais sensível ao movimento da água, gerando registros mais precisos e de maior detalhe.

Para realizar as leituras de forma rápida, utilizou-se de uma mangueira de nível (F) fixada na parte externa de cada tubo, permitindo o acompanhamento da variação da coluna d'água através de uma fita graduada de 1 metro de extensão (G). Nestas condições, cada tubo possui capacidade de armazenagem útil de 7,85 litros de água.

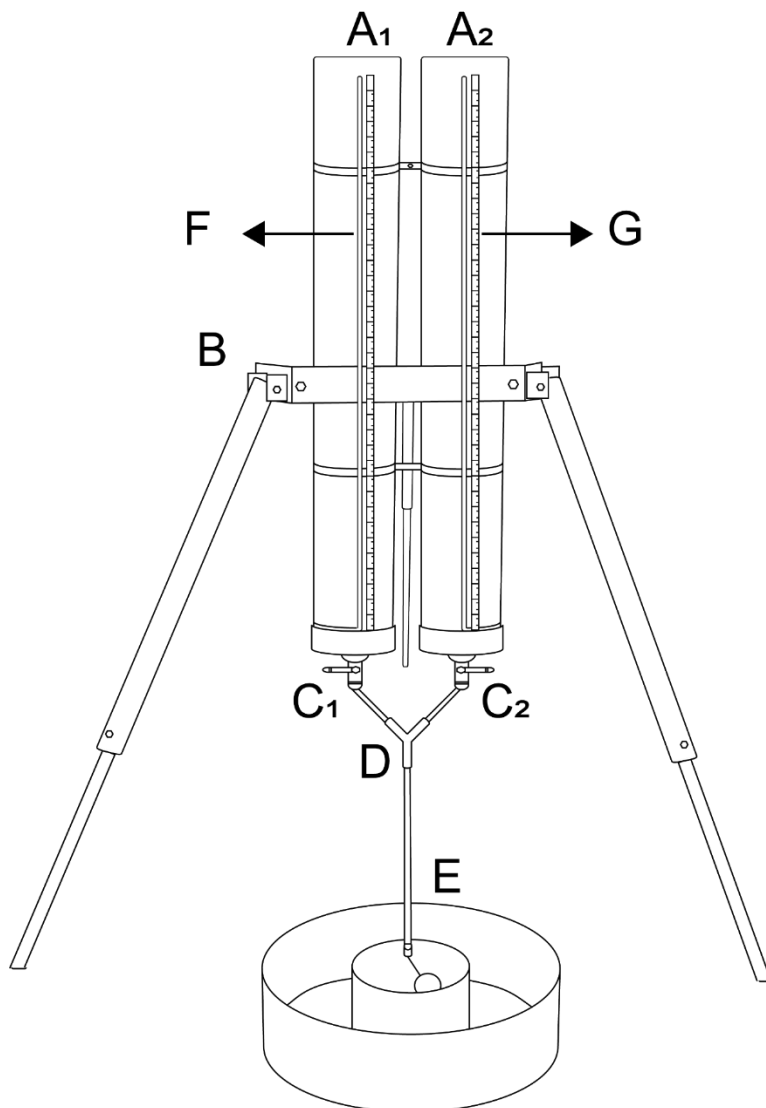


Figura 4 – Recipientes de leitura e reposição de água. Fonte: Autores.

Para utilização dos tubos como recipientes de armazenagem (Figura 5 A), faz-se necessário a vedação de sua parte inferior por meio de um Cap de 100 mm (B), indica-se a utilização do Cap com anel de vedação interna, pois dispensa o uso de cola, possibilitando a desconexão das partes para eventuais manutenções.

Para utilização da água armazenada nos tubos, o uso de um flange rosqueável de $\frac{3}{4}$ (C) se faz necessário, o qual conecta-se no Cap (B), onde um Nipse de $\frac{3}{4}$ (D) conecta-se no flange e posteriormente em um Tê rosqueável $\frac{3}{4}$ (E), garantindo assim duas saídas de água, uma para a mangueira de nível, a qual é fixada em um conector rosqueável de $\frac{1}{2}$ polegada para mangueiras de microaspersão (H) que se liga à uma redução rosqueável de $\frac{3}{4}$ para $\frac{1}{2}$ polegada, possibilitando sua junção ao Tê.

Na outra extremidade, uma válvula do tipo torneira de alta vazão e acionamento rápido (F) é conectada ao Tê, a qual tem por função conduzir a água até o cilindro de testes. Por sua vez, foram afixadas torneiras e mangueiras (Figura 4 C1 e C2), que se conectam a uma conexão em Y (D), a qual conduz a água dos recipientes até a válvula do tipo boia (E) encaixada no anel interno.

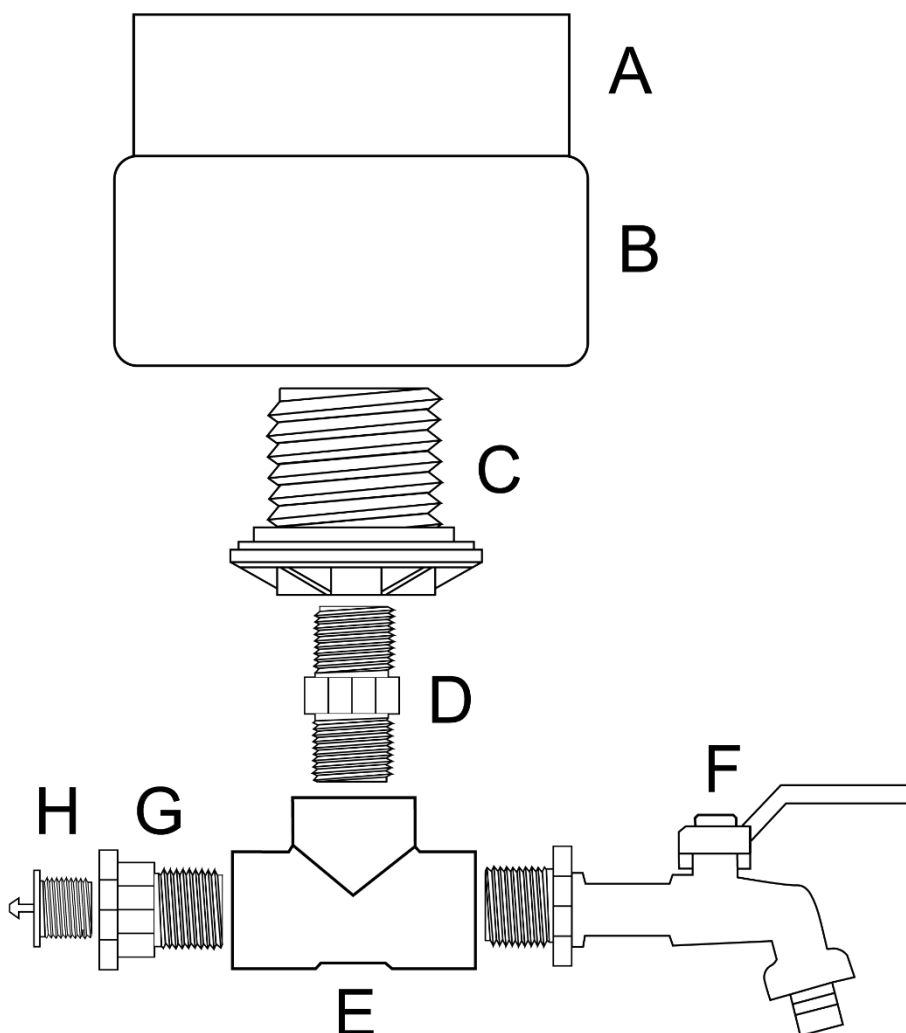


Figura 51 – Conexões do recipiente de leitura e reposição de água. Fonte: Autores.

O suporte para manter os recipientes de armazenagem acima dos anéis de testes (Figura 4 B) é do tipo tripé, o qual se constitui por tubos de aço ligados a uma estrutura capaz de promover a

elevação e estabilidade dos recipientes (Figura 6 A1 e A2), possibilitando seu melhor posicionamento no terreno.

Para tal, tiras de borracha (B1 e B2) de 50 cm de comprimento e 10 cm de altura são posicionadas contra os tubos, protegendo-os e garantindo aderência ao restante dos materiais. Em cada tira foi posicionado um suporte de aço de 3 mm de espessura para fixação do tripé (C e D), onde D possui as mesmas dimensões das borrachas e C um comprimento de 64 cm, sendo realizado nas extremidades uma dobra de 7 cm de comprimento em ângulo de 45° e (C1).

Em cada dobra são fixados suportes de aço em U (C2) para encaixe das “pernas” do tripé, que são constituídas de tubos de aço de 3 cm de diâmetro e 60 cm de comprimento (C3), as quais servem de encaixe para tubos de aço de 2,8 cm de diâmetro e 70 cm de comprimento (C5), tornando-se pernas telescópicas.

O suporte e os tubos de armazenagem se ligam através da utilização de duas barras rosqueáveis (F) de 30 cm de comprimento, onde seu aperto comprime as peças de maneira a fixarem-se.

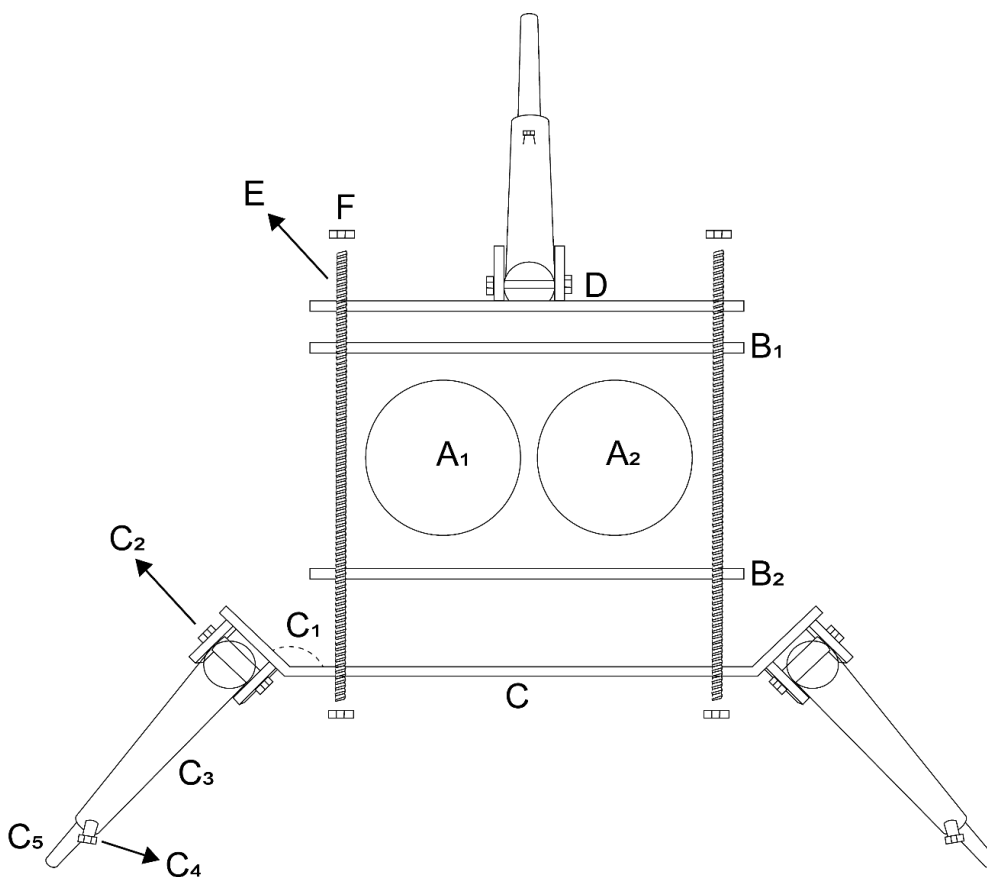


Figura 6 – Visão superior do infiltrômetro - Esquema de fixação de recipientes de leitura e reposição de água. Fonte: Autores.

A regulagem da altura de cada perna pode ser realizada em campo de acordo com o micro relevo de cada área. Para que isto seja possível (Figura 7), porcas (C) foram soldadas nas

extremidades de cada tubo (A2), permitindo o rosqueamento de parafusos (D) contra os tubos de menor diâmetro A1, garantindo o travamento das peças na altura desejada.

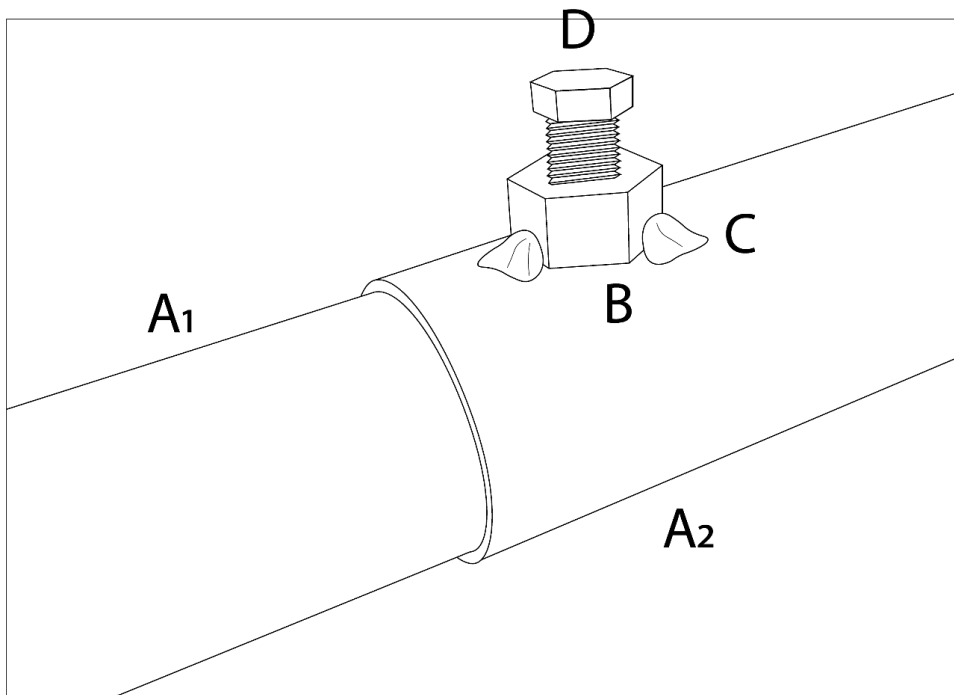


Figura 7 – Regulagem de altura do tripé. Fonte: Autores.

Cilindro de armazenagem de água para o anel externo

O funcionamento do cilindro externo não exige o acompanhamento da entrada e saída de água, portanto, desenvolveu-se um equipamento com sistema de funcionamento simplificado (Figura 8). O modelo apresentado é composto por um único recipiente de armazenagem de água (A), sendo utilizado um galão de 20 L, o qual pode ser reabastecido ao longo dos experimentos através de uma abertura em sua lateral superior.

A condução da água entre o galão e o anel externo foi realizada por meio da fixação de um flange $\frac{3}{4}$ (D), posicionada na parte inferior de uma de suas laterais, a qual é travada por um anel de vedação (C) e uma contra porca (B). Um tubo de $\frac{3}{4}$ polegadas de diâmetro de 5 cm de comprimento (E) liga-se a flange, tornando-se um extensor para fixação de um registro (F), sendo este utilizado para iniciar e interromper a alimentação de água.

No registro foi fixado um adaptador com rosca $\frac{3}{4}$ (G), utilizado para fixar um adaptador do tipo Liege $\frac{3}{4}$ (H), necessário para encaixe de uma mangueira $\frac{3}{4}$ flexível com 60 cm de extensão (I), utilizada para conduzir a água até a válvula do tipo boia (J) posicionada no anel externo (K).

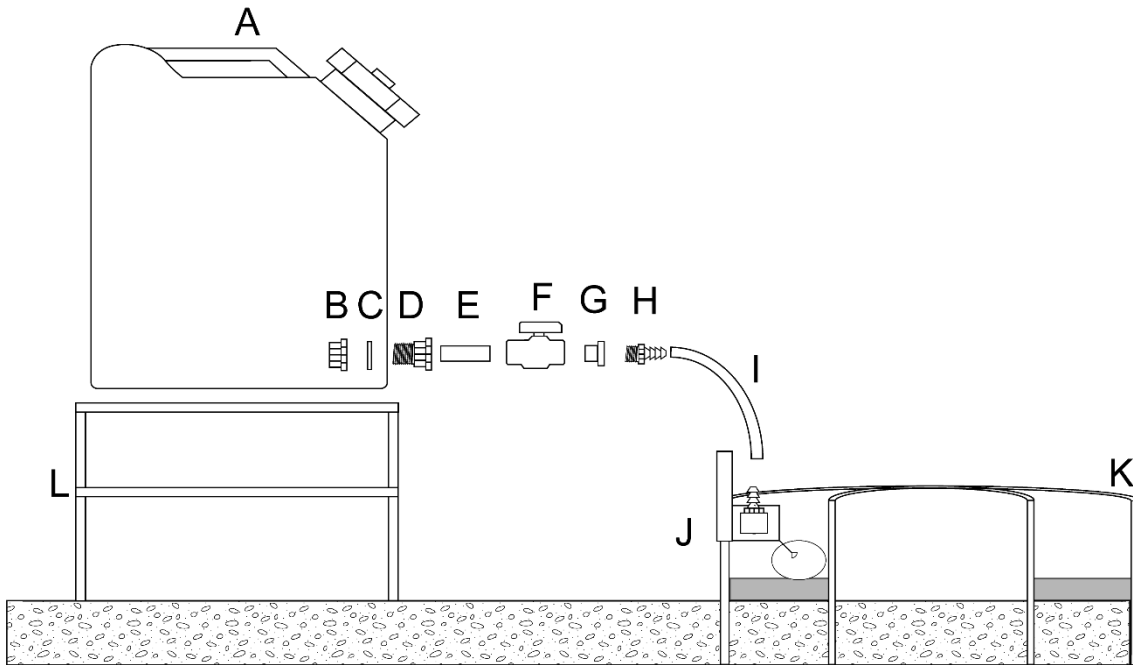


Figura 8 – Galão de reposição de água do anel externo. Fonte: Autores.

Para encaixe da válvula no anel externo, utilizou-se de uma peça destacável confeccionada em aço (Figura 9), onde um furo de $\frac{3}{4}$ polegadas de diâmetro foi realizado em uma chapa de 4 cm de largura e 5 cm de comprimento (B), a qual é soldada em um tubo quadrado, com 1,5 cm de laterais e 20 cm de altura (C).

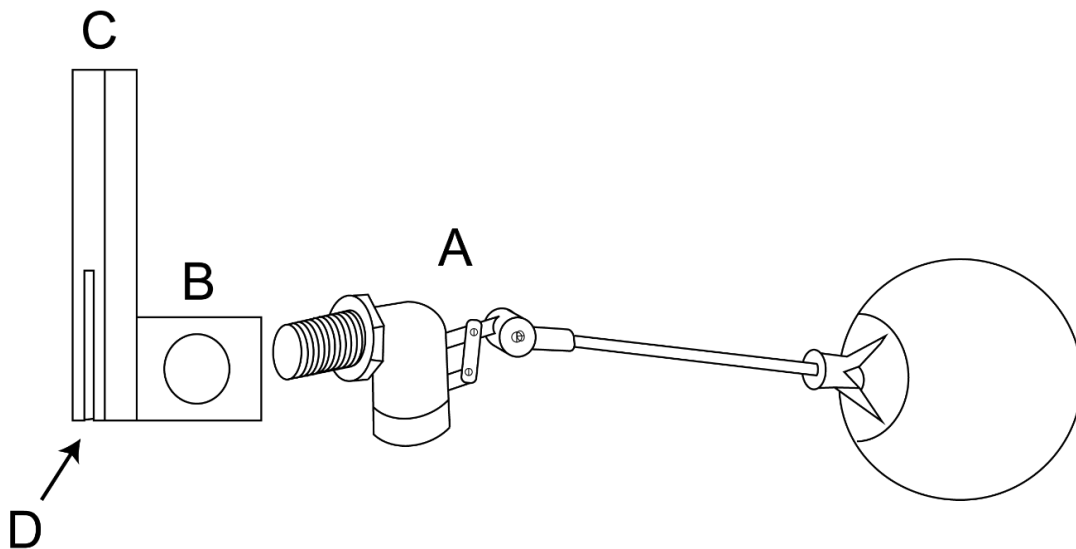


Figura 9 – Esquema para fixação do registro do tipo boia no anel externo. Fonte: Autores.

Através do corte de 3mm de espessura e 7 centímetros de comprimento (D), o tubo foi encaixado na parte superior do anel externo, de modo que a válvula do tipo bóia se acomode entre os cilindros e produza uma lâmina de água de 5 cm de altura de forma constante (Figura 10) .



Figura 10 – Anéis de infiltração: Encaixe dos registros do tipo bóia. Fonte: Autores.

Válvulas do tipo bóia

Válvulas do tipo bóia apresentam dimensões e vazões que se diferem entre modelos, neste sentido, deve-se atentar para que a mesma tenha características de vazão superiores às demandas máximas de infiltração dos solos em estudo, as quais devem exibir capacidade de reabastecer de forma rápida o volume infiltrado, de maneira a evitar oscilações na lâmina d'água sobre o solo.

Para produzir um estudo comparativo e ofertar melhor opção de escolha, foram testados três tipos de válvulas com características distintas. Realizou-se testes com uma válvula de acionamento simples de medida de $\frac{1}{2}$ polegada, uma válvula de acionamento simples de medida de $\frac{3}{4}$ polegada e outra com medida de $\frac{3}{4}$ de polegada com mecanismo de abertura do tipo vazão total (VT), a qual fornece maior vazão de saída.

Utilizou-se como fonte de água para acionamento dos registros um dos tubos de armazenamento de água (Figura 1 C) o qual foi preenchido com 7,5 litros de água. Visando o conhecimento da capacidade máxima de vazão, os registros do tipo bóia foram mantidos com abertura total, onde os volumes produzidos por cada registro foram coletados por um recipiente graduado, sendo o tempo cronometrado e marcado a cada parcial de 500 ml coletados, totalizando 15 parciais.

Resultados e discussões

Para aferição dos volumes produzidos por diferentes registros do tipo bóia, testes foram conduzidos em ambiente controlado para averiguar o comportamento das curvas de vazão. Constatou-se para os registros de $\frac{1}{2}$ polegada, $\frac{3}{4}$ de polegada e $\frac{3}{4}$ de polegada com vazão total ($\frac{3}{4}$ VT), vazões médias de 115 L/h, 225 L/h e 600 L/h respectivamente.

Ao longo dos testes, o rebaixamento do nível de água no interior do cilindro de armazenagem gerou a redução da pressão da água no sistema, reduzindo o aumento da vazão das válvulas analisadas (GRÁFICO 1). As vazões mínimas apresentadas foram de 77 L/h para o de $\frac{1}{2}$ polegada, 150/h L para o de $\frac{3}{4}$ de polegada e 360 L/h para ao registro $\frac{3}{4}$ VT.

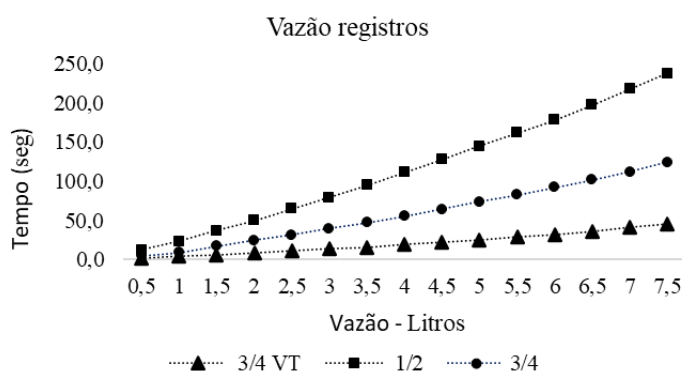


Gráfico 1 - Curvas de vazão geradas com diferentes registros do tipo boia. Fonte: Autores.

De posse das vazões exibidas por cada registro permitiu-se avaliar a possibilidade de seus respectivos usos nos anéis de infiltração. Por exibir as mesmas dimensões que o registro de $\frac{3}{4}$ porém expressar menores valores de vazão, optou-se por não utilizar o registro de $\frac{1}{2}$ polegada, o qual pode gerar um déficit de reposição de água no sistema. Considerando suas dimensões e vazões, o modelo de $\frac{3}{4}$ apresentou-se como modelo ideal para instalação no anel interno.

Já para o cilindro externo, por apresentar área 3 vezes maior que a do cilindro interno (0,19 m² e 0,58 cm² respectivamente) e fazer limite com a área não umedecida extra anéis, as demandas de água para este cilindro apresentam-se superiores às expostas pelo anel interno.

Neste sentido, solos que exibem altas taxas de infiltração as válvulas de acionamento simples podem não apresentar capacidade de repor a água infiltrada na mesma proporção de sua demanda, tornando-se ideal a utilização do registro de $\frac{3}{4}$ VT nesta parte do equipamento, o qual expõe a maior capacidade de vazão dentre os registros analisados.

Nas configurações apresentadas, experimentos foram realizados com o equipamento em diferentes tipos de solos, os quais expuseram atributos distintos de granulometria, profundidade, densidade e porosidade, sendo classificados como: Gleissolo Melânico, Latossolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho, Espodossolo Humilúvico, Neossolo Regolítico (CONFESSOR, 2023).

Não foram encontradas restrições de uso do infiltrômetro para todas as classes mencionadas, onde o equipamento apresentou funcionamento estável ao longo de todo período de testes, exibindo facilidade de leitura e de reposição da água nos cilindros de armazenagem.

Os solos mencionados exibiram velocidades de infiltração básica (VIB) variadas, sendo constatados picos máximos de 931,2 mm/h para o anel interno (Gráfico 2) (CONFESSOR, 2023). Mesmo sob alta demanda, os registros do tipo boia mantiveram o nível de água nos cilindros de infiltração, havendo baixa oscilação, com variação máxima de 1 centímetro de altura.

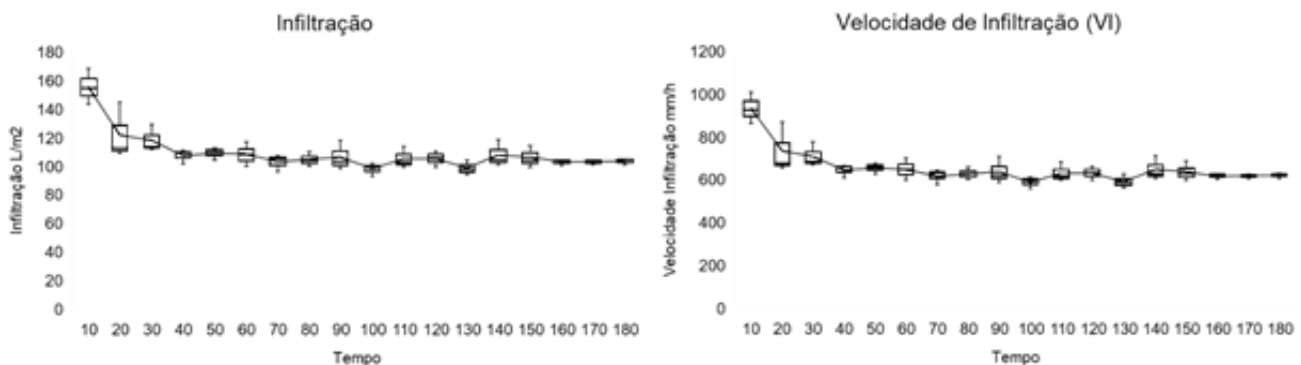


Gráfico 2: Capacidade de reposição de água do infiltrômetro em solos de alta demanda. Curvas de infiltração de água para Latossolo Vermelho-Amarelo. Fonte: Autores (2023).

Conclusão

O equipamento apresentado neste estudo expõe partes que se segmentam, conferindo facilidade de montagem e desmontagem, garantindo maior mobilidade ao aparelho e ampliando sua capacidade de uso em diferentes ambientes, seja de laboratório e/ou de campo.

A utilização de dois recipientes de armazenagem de água possibilitou a execução dos experimentos de forma ininterrupta, não havendo a necessidade de pausas dos testes para eventuais reposições de água durante todo período de prospecção de dados. Por exibir régua graduada em sua parte externa, facilitou-se a leitura dos volumes infiltrados, e, por exibirem dimensões de diâmetro inferiores em relação aos anéis de infiltração, tornaram-se mais sensíveis a oscilação do nível da água, expondo leituras mais precisas.

A utilização de válvulas do tipo bóia garantiram a adição automática da água nos anéis de infiltração, gerando baixa oscilação do nível da água, (1 centímetros de altura), sendo utilizado o registro de $\frac{3}{4}$ para uso no anel interno e o registro de $\frac{3}{4}$ VT para o anel externo.

O nível de água pouco oscilante garante a produção de dados mais homogêneos, visto que não há a interferência de diferentes pressões de água sobre a superfície, gerando informações mais precisas e com possibilidade de comparações diretas entre os testes realizados.

Neste sentido, por prospectar dados de maneira confiável, este modelo de infiltrômetro apresenta-se como um equipamento apto para ser utilizado em estudos que envolvam o

levantamento de dados primários sobre o movimento da água no solo, e, por exibir facilidade de manuseio, suas possibilidades de uso ampliam-se.

Submetido em 10 de novembro de 2023.

Aceito para publicação em 5 de junho de 2024.

Referências

- COELHO, R. D.; MIRANDA, J. H. DE; DUARTE, S. N. Infiltração da água no solo: parte I infiltrômetro de anéis versus infiltrômetro de aspersores. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 137–141, 2000. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662000000200001>
- CONFESSOR, J. G. **Dinâmica hidrogeomorfológica de vertentes do Chapadão do Diamante - Serra da Canastra – MG**. 2023. 231 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2023.70>
- COSTA, É.; SILVA, A.; COLOMBO, A.; ABREU, A.; INFILTRAÇÃO DE ÁGUA EM SOLO, Determinada por simulador de chuvas e pelo método dos anéis. *Relações água-solo-planta-atmosfera*, **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** 3 (2), May-Aug 1999. DOI <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agri-ambi.v3n2p131-134>
- FAGUNDES, E. A. A.; KOETZ, M.; RUDEL, N.; SANTOS, T. D.; PORTO, R. Determinação da infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método de infiltrômetro de anel em solo de cerrado no município de Rondonópolis-MT. **Revista Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia**, v. 8, n. 14, p. 369, 2012.
- FIORI, J; CAMPOS, J; ALMEIDA, L. Variabilidade da condutividade hidráulica das principais classes de solos do Estado de Goiás. **Geociências**, v. 29, n. 2, p. 229-235, 2010.
- GOMES M. A. F.; PEREIRA, L. C. Avaliação da condutividade hidráulica em áreas de recargas do aquífero guarani-microbacia hidrográfica do córrego espraiado. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente. Embrapa Meio Ambiente**, v. 19, p. 65–72, 2009.
- NASCIMENTO, L. G.; DE SOUSA SANTOS, M. E.; MELO, S. T.; BUZAR, R. D. J. C.; RESENDE, M. R., AYRES; M. M. D. A. L.; DA ROCHA ALVES, K. Análise da velocidade de infiltração de água no solo por meio de anéis concêntricos na zona leste da cidade de Teresina-PI. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 15168-15178, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-406>
- NUNES J; SILVEIRA M; SILVA T; NUNES P; CARVALHO S. Velocidade de infiltração pelo método do infiltrômetro de anéis concêntricos em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 1685–1692, 2012.
- OLIVEIRA, E. Irrigação e drenagem: manual de orientação/MEC, SESG, SETC. - Rio de Janeiro: FAE, 1987.
- RIBEIRO, C; PESSOA, F; COSTA, C; JESSUS, D; SALES, R. Determinação da velocidade de infiltração pelo método do infiltrômetro de anel em solo da região amazônica. **Enciclopédia Biosfera**. (2019). Doi: [10.18677/EnciBio_2019A51](https://doi.org/10.18677/EnciBio_2019A51)
- SANTOS, C; SILVA, P; SANTOS, D; SANTOS, J; SANTOS, M. Avaliação da infiltração de água no solo pelo método de infiltrômetro de anel no agreste alagoano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 2, p. 161–165, 2013.

VIANA, P.C., LIMA, J.G.A., ALVES, A.S., LIMA, R.M.S., MEDEIROS, J.F., PEREIRA, M.M.. Determinação da velocidade de infiltração de água no solo em sistemas de plantio direto e convencional. In: XXV CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. São Cristóvão - SE. Anais. (2015).