

ELABORAÇÃO DO PROJETO DE UMA CÂMERA HERMETICAMENTE FECHADA PARA DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO

André Luiz Ramos Francisco¹; João Gomes Neto¹; Victor Mateus Gonçalves¹; Kelvin Gaspar Rosendo da Silva¹ e Alexandre de Castro Salvestro²

¹Universidade Paranaense – UNIPAR, Graduandos do Curso de Engenharia Mecânica, Campus 3. Avenida Tiradentes, n.º 3240, CEP: 87505-060, Zona II, Umuarama, PR. E-mail: ramos17andre@gmail.com, gomesnetojoaojgn@gmail.com, kelvinpoliglota@gmail.com, victorgoncalves586@gmail.com

²Universidade Paranaense – UNIPAR, Professor do Curso de Engenharia Mecânica, Umuarama, PR. E-mail: alexandrecaastro@unipar.br

RESUMO: A câmara de Richards determina o potencial de retenção da umidade no solo entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente (PMP), sendo o PMP o fator primordial para o uso do equipamento, uma vez que para sua determinação necessita-se de altas pressões fornecidas pela câmara. A elaboração do projeto de uma câmara hermeticamente fechada utilizada para determinação do potencial de retenção de umidade no solo no PMP foi realizada com o intuito de projetar uma versão com menor custo de aquisição do que a câmara de Richards, equipamento este que possui um alto valor aquisitivo e por tal motivo pouco difundido na escala comercial e com números reduzidos em algumas instituições de ensino no Brasil, nesse intuito, a elaboração do projeto de uma câmara hermeticamente fechada para a determinação da umidade do solo apresentou-se viável, reduzindo seu custo cerca de 50% do valor da câmara de Richards.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação, Ponto de murcha permanente, Extrator de Richards.

PREPARING THE DESIGN OF A HERMETICALLY SEALED CHAMBER FOR DETERMINATION OF SOIL MOISTURE

ABSTRACT: The Richards' chamber sets the moisture retention potential in the soil between field capacity and the permanent wilting point (PWP), as the PMP is the primary factor for the use of the equipment, since for its determination is need of high pressure provided by the chamber. The project design of an hermetic chamber used for determining the moisture retention potential in the soil in PMP was carried out in order to design a version with lower acquisition cost than Richards chamber, a device which has a high net worth, and thus little widespread in commercial scale and with reduced numbers in some educational institutions in Brazil, to this end, the project design of a hermetically sealed camera for determining soil moisture showed to be feasible, reducing its cost about 50% of Richards chamber.

KEY WORDS: Irrigation, Permanent wilting point, Richard's extractor.

INTRODUÇÃO

O projeto de uma câmara hermeticamente fechada utilizada para determinação de umidade do solo foi elaborado com o intuito de projetar uma versão com menor custo de aquisição e utilizando materiais com preços mais acessíveis do que a câmara de Richards, que consiste em analisar a umidade do solo, por meio do método laboratorial, com o uso de extratores. A importância do estudo além da contextualização do manejo adequado dos recursos hídricos aplicado em vários setores da agricultura, por meio da irrigação, tem o

objetivo específico de projetar uma câmara com os mesmos fundamentos no mercado nacional, uma vez que o equipamento é importado.

A câmara ou extrator de Richards determina a umidade no solo entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente (PMP), segundo Richards, 1943, o PMP é o limite mínimo de umidade do solo em que as plantas perdem turgescência das folhas e deste ponto não se recuperam quando colocadas em um ambiente escuro e com ar saturado de vapor d'água, demonstrado pelo método fisiológico, o qual pode ser determinado pelo método laboratorial, utilizando o equipamento em questão. O extrator de Richards funciona como uma câmara (hermeticamente fechada), construída para suportar altas pressões, com placa porosa de alta pressão de entrada de ar em seu interior, com poros bastante pequenos, que permitem, dentro de certos limites, o movimento de água, porém não o de ar (Fumió, 2004).

No extrator de Richards, em um mesmo equipamento, é possível determinar simultaneamente o ponto de murcha permanente de várias amostras de solo. A câmara de Richards, portanto, viabiliza a determinação dessa umidade importante no que se tange ao uso adequado do recurso hídrico na agricultura por meio da irrigação, por ser um método mais fácil de executar (Salvestro, 2012).

Segundo relatórios da Organização das Nações Unidas discutidos pela agência nacional das águas, revelam que aproximadamente 70% de toda a água disponível no mundo, é utilizada para irrigação e que no Brasil, esse índice chega a 72%, sendo utilizado 7 trilhões de litros anualmente na agricultura, dos quais 3 trilhões acabam desperdiçados, as causas são atribuídas principalmente as irrigações executadas de maneira incorreta e por falta de dados de umidade no solo (Agência Nacional das Águas, 2012), o qual corrobora com a idéia da mensura correta do PMP.

Contudo, o objetivo deste projeto é elaborar uma câmara hermeticamente fechada com custo efetivo menor do preço da câmara de Richards, assim como, propiciar a comunidade científica um projeto para uso em laboratório no âmbito nacional, no que tange a necessidade do equipamento no uso racional de recursos hídricos na agricultura em especificidade a determinação do ponto de murcha permanente.

MATERIAL E MÉTODOS

Projeto de elaboração.

A elaboração visa dimensionar o projeto de uma câmara hermética fechada que corrobora com o princípio e fundamento da câmara de Richards, Figura 1, a fim de determinar

a umidade no ponto de murcha permanente, tal elaboração tem o objetivo específico de reduzir custos e compará-los para o mercado brasileiro, uma vez que, o equipamento é importado.



Figura1 - Extrator de Richards.

O projeto possui as seguintes diretrizes de apresentação:

- Elaboração do orçamento e comparação dos custos para o mercado nacional.
- Discussão dos componentes no uso do projeto da câmara.
- Resultado da viabilidade do projeto para a comunidade científica com a finalidade de execução;

Elaboração do orçamento e comparação dos custos para mercado nacional.

Para a elaboração do projeto de uma câmara hermética fechada foram feitos dois orçamentos, tais orçamentos foram realizados a partir da cotação de preços de cada componente de forma individual pelas empresas que operam nesse mercado. Já a câmara de Richards foi orçada de forma individual para cada um de seus componentes, com seus respectivos valores pela empresa fabricante.

Discussão dos componentes no uso do projeto da câmara.

A discussão foi elaborada de acordo com estudos da literatura, e comparando as funções de cada constituinte, sendo ou não de mesmos fabricantes; as diferenças discutidas se alicerçaram por meio dos valores e modelos dos componentes utilizados para elaboração do projeto da câmara e suas respectivas funções. Foram levantadas e discutidas as seguintes partes constituintes:

- Compressor Soil Moisture modelo SEC-0505V2;

- Placas de cerâmicas, modelo SEC- 0675B10M1;
- Mangueiras de conexão modelo SEC-0775L60;
- Conjunto de anilhas retentoras modelo SEC-1093F1;
- Extrator de 15 bar modelo SEC-1500F2;
- Extrator com placa de pressão de 15 bar modelo 1500;
- Manifold pressure control modelo 0700G2;

Resultado da viabilidade do projeto para a comunidade científica com a finalidade de execução.

Após a realização dos orçamentos, foi realizada a estatística comparativa entres os valores pesquisados, o qual se inferiu o menor custo, resultando na viabilidade do projeto com parâmetros na discussão em relação a função dos componentes da câmara hermeticamente fechada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A elaboração do projeto de uma câmara hermética fechada com a finalidade de determinar o ponto de murcha permanente é viável, foram feitos orçamentos sobre os equipamentos que compõem a elaboração desse projeto e por meio destes, obtém-se valores com custos menores, conforme Tabela 1, em comparação ao extrator de Richards, conforme Tabela 2.

Tabela 1 - Equipamentos e respectivos valores da câmara hermeticamente fechada para determinação do ponto de murcha permanente

Modelo	Descrição	Quantidade (unidades)	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
SEC-0505V2	Compressor de 1,5 MPa	1	46.000,00	46.000,00
SEC0675B10M1	Placa de cerâmica 1,5 MPa	4	4.200,00	16.800,00
SEC-0775L60	Mangueiras de conexão	3	660,00	1.980,00
	Conjunto de anilhas			
SEC-1093F1	retentoras	9	150,00	1.350,00
SEC-1500F2	Extrator de 1,5 MPa	1	43.500,00	43.500,00
SEC-0700CG1F123F1	Manifold para os Extratores	1	25.000,00	25.000,00
Total (R\$)		19		134.630,00

Tabela 2 - Equipamentos e respectivos valores do Extrator de Richards

Equipamento	Quantidade (unidade)	Valor Unitário (R\$)	Valor (R\$)
Compressor, Modelo SEC-0505V	1	46.000,00	46.000,00
Placa de Cerâmica para 0,1MPa, Modelo SEC- 0675B01M1	4	4.500,00	18.000,00
Placas de Cerâmica para 0,3 MPa, Modelo SEC- 0675B03M1	4	4.500,00	18.000,00
Placas de Cerâmica para 0,5 MPa, Modelo SEC- 0675B05M1	4	4.500,00	18.000,00
Placas de Cerâmica para 1,5 MPa, Modelo SEC- 0675B15M1	4	4.200,00	16.800,00
Manifold para os Extratores, Modelo SEC-1000, SEC-1600, SEC-1500F1	1	25.000,00	25.000,00
Mangueiras de Conexão para os Extratores SEC-1000 e SEC-1600, Modelo SEC-0775L60	3	660,00	1.980,00
Mangueira de Conexão para os Extratores SEC-1250 e SEC-1600, Modelo SEC-0776L60	1	700,00	700,00
Conjuntos de Anilhas Retentoras de Amostras de Solo, Modelo SEC-1093	9	150,00	1.350,00
Extrator por Pressão em Pratos de Cerâmica (de 0 a 0,5 MPa), Modelo SEC-1600	1	30.300,00	30.300,00
Extrator por Pressão em Pratos de Cerâmica (de 0 a 1,5 MPa), Modelo SEC-1500F1	1	43.500,00	43.500,00
Dobradiça de Membranas, Modelo SEC-1080G1	1	6.200,00	6.200,00
Discos de Membrana de Celulose, Modelo SEC-1041D12	6	440,00	2.640,00
Extrator de Membrana de Celulose por Pressão (de 0 a 1,5 MPa), Modelo SEC-1000	1	39.000,00	39.000,00
Total (R\$)	41		267.470,00

Conforme Tabela 1 e 2, a elaboração do projeto de uma câmara hermética fechada com a finalidade de determinar o PMP corrobora com a idéia da viabilidade, pois os equipamentos que compõem a elaboração desse projeto possuem um valor menor, que se aproxima de 50% do preço do extrator de Richards como mostras as Tabelas 1 e 2.

Na Tabela 2, têm-se todos os componentes que compõem o conjunto do extrator de

Richards, os quais foram utilizados como referência, verificando-se assim, todas as especificações de cada componente para o projeto da câmara hermeticamente fechada. Como a finalidade do projeto é para a determinação do ponto de murcha permanente com o enfoque do uso racional de recursos hídricos, não foram utilizados todos os componentes especificados, uma vez que, segundo Richards e Fireman (1943) os primeiros cientistas a relatarem as técnicas da placa porosa para determinação dos potenciais da água no solo, descrevem na metodologia que a extração da água ocorre por diferença de potencial entre a placa porosa e a amostra de solo devido à aplicação de uma sobrepressão, que no caso do ponto de murcha permanente é equivalente a - 15bar (Nascimento, 2009).

No projeto de elaboração de uma câmara hermética fechada, Figura 2, foi utilizado o mesmo compressor do Extrator de Richards, o compressor, do modelo SEC-0505V2. Este compressor consegue atingir a pressão necessária do projeto de 15 bar, a capacidade de pressão é de até 20 bar, e por isso se utilizou um manifold para regular precisamente a pressão que entra no extrator. Não foi encontrado outro compressor que atinja esta pressão com o orçamento menor, e por isso este modelo foi selecionado para ser o compressor do projeto.

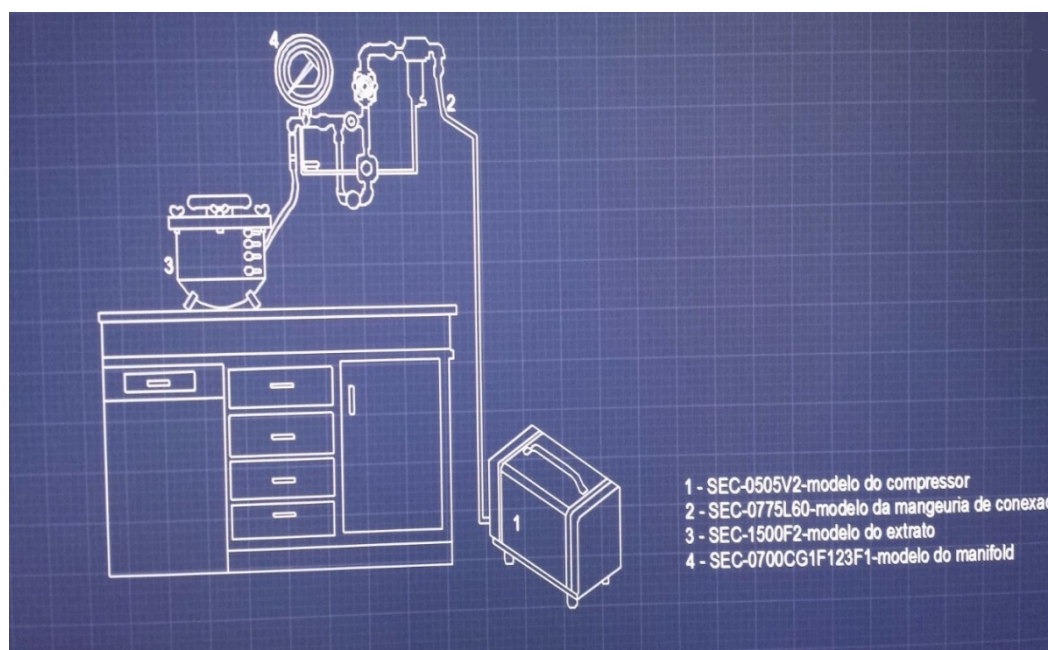


Figura 2 - Projeto da Câmara hermeticamente fechada para determinação do PMP.

As placas de cerâmica para 15 bar, do modelo SEC-0675B15M1, suportam a pressão que será utilizada e se encaixam com a necessidade do projeto. As outras placas de cerâmicas de 1, 3 e 5 bar não possuem o tamanho efetivo do poro e a condutividade hidráulica necessária para a determinação do PMP, já que é preciso que a placa consiga absorver uma

baixa quantidade de água, porém que tenha também resistência mecânica para suportar a pressão.

Segundo Gonçalves & Libardi (2013) a condutividade hidráulica, que é a propriedade que expressa a facilidade com que a água se movimenta no solo, e a porosidade estão totalmente relacionados, para se obter uma condutividade hidráulica baixa é preciso de um tamanho efetivo de poro relativamente pequeno, o qual corrobora com a necessidade para a placa de cerâmica fazer o seu papel no projeto, que é de simular o solo oriundo de locais que a pressão alcance 15 bar, situado no ponto de murcha permanente.

Para regular a pressão provida pelo compressor que chega até o extrator, foi utilizado um manifold do modelo SEC-0700CG1F123F1, que é o usado na câmara de Richards. Este equipamento tem a função de uma válvula, que regula a pressão que sai do compressor para o extrator, sendo usado este modelo específico, pelo fato do componente regular uma pressão de saída de 0,69 a 17,24 bar, já que não foi encontrado no mercado, outros modelos que consigam ter este mesmo desempenho.

A mangueira que faz a conexão do extrator para o manifold é a mangueira de conexão do modelo SEC-0775L60. Foi selecionado este modelo específico, pois se encaixa perfeitamente no manifold e no extrator, foi utilizada somente uma unidade desta mangueira.

Na câmara de Richards, é usado também o modelo SEC-0776L60, não se optou por esse componente pelo custo ser maior, e ambos se encaixam no manifold e no extrator que será usado, a diferença de preço ocorre porque o modelo SEC-0775L60 é utilizado para conectar os extratores SEC-1000 e SEC-1500F1 ao manifold, e o Modelo SEC-0776L60 é utilizado para conectar os extratores SEC-1250 e SEC-1500F1 ao manifold. Não foi encontrado outro modelo similar ao Modelo SEC-0775L60 e o Modelo SEC-0776L60 no mercado que suporte a pressão de 15 bar que passará pelo componente.

Foram usados nove conjuntos de anilhas retentoras de amostras de solo para câmara hermeticamente fechada, do Modelo SEC-1093. Na câmara de Richards também são usados nove conjuntos, cada conjunto vem com uma dúzia de anilhas retentores. Sendo assim o projeto terá vinte e quatro anilhas retentoras para usar de sustentação das amostras do solo, que será o suficiente para o único extrator utilizado.

Como último componente, tem-se o extrator do modelo SEC-1500F1, que tem como aplicação medir a retenção de água para identificar as melhores condições de crescimento de plantas e também para localizar e medir a zona de umidade a qual torna o solo instável, suas características são peso de 16 kg, dimensões 40,64 x 40,64 x 40,64 (comprimento x largura x altura), o recipiente de pressão tem profundidade de 34 cm, diâmetro interno de 30cm, sua

capacidade é de até 4 pratos de cerâmica podem ficar acomodados de uma vez, o que permite aproximadamente 48 amostras de 5,7 cm de diâmetro por prato, extensão da pressão de 0 a 15 bar, material de fabricação é o aço preparado contra corrosão.

É importante ressaltar que a elaboração do projeto visa demonstrar uma frente de pesquisa importante para execução e testes do equipamento.

CONCLUSÃO

Considerando as condições experimentais e as respostas das variáveis estudadas, verifica-se que é viável o projeto de uma câmara hermeticamente fechada para determinação do ponto de murcha permanente justificada pelo menor custo de execução.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Informe 2012**. Brasília: Ed Especial, ANA, 2012, 215p.

FUMIÓ, B. L. C. Solos não saturados e drenagem de camadas próximas da superfície de vias e pavimentos. 2004. 96 p. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

GONÇALVES, A.D.M. de A; LIBARDI, P.L. Análise da determinação da condutividade hidráulica do solo pelo método do perfil instantâneo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.37, p.1174-1184, 2013.

NASCIMENTO, P. S. **Análise do uso da curva de retenção de água no solo determinada por diferentes métodos e planilha de manejo da irrigação**. 2009. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2009.

RICHARDS, L. A.; FIREMAN, M. Pressure plate apparatus for measuring moisture sorption and transmission by soils. **Soil Science**, Baltimore, v.56, p.395-404, 1943.

SALVESTRO, A. C.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R. DALLACORT, R.VIEIRA, C. V. Permanent wilting point of bean cultivated in Dystric Nitosols and Rhodic Ferralsols. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v.10, n.1, p. 462-466, 2012.