

APLICAÇÃO DE TÚNEL DE VENTO VERTICAL NA AVALIAÇÃO DE LINHAS DE FLUXO GERADAS POR CREPINAS DE FILTROS DE AREIA

M.B. SANTOS¹, R. TESTEZLAF², M. MESQUITA³

RESUMO: Visando a obtenção de informações técnicas que auxiliem aprimorar a eficiência de remoção de sólidos suspensos em filtros de areia, buscou-se neste projeto avaliar um método prático de visualizar e caracterizar as variações de linhas de fluxo geradas por crepinas pertencentes a filtros de areia, utilizando uma bancada didática de ensaios a ar. Dessa forma, utilizando uma crepina empregada em um modelo de filtro comercial, desenvolveu-se uma seção experimental que foi acoplada a um túnel de vento vertical, que permitiu a realização de ensaios sob diferentes velocidades de escoamento de ar com a obtenção de registros fotográficos de alta velocidade. A partir do tratamento das imagens obtidas, foi possível determinar a disposição das linhas de fluxo e caminhos preferenciais para os sentidos de escoamento de filtragem e retrolavagem. A metodologia adotada permitiu avaliar o efeito da geometria dos drenos no comportamento do escoamento, confirmando a aplicabilidade de túneis de vento para análise destes componentes.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação localizada, filtros pressurizados, drenos.

APPLICATION OF VERTICAL WIND TUNNEL TO EVALUATE FLOW LINES GENERATED BY SAND FILTERS DRENS

SUMMARY: To collect technical information that helps to improve the removal efficiency of suspended solids in sand filters, this project aimed to evaluate a practical method to characterize the variations of flow lines generated by the underdrain of sand filters using a didactic air module. In this way, using a underdrain used in a commercial filter model, it was developed an experimental section that was attached to a vertical wind tunnel, which allowed tests under different velocities of air flow to obtain high speed photographic records. From the processing of images, it was determined the flow lines layout and preferential flow paths directions for filtration and backwash process. The adopted methodology allowed to evaluate the effects of the drains geometry on the flow behavior, confirming the applicability of wind tunnels in the analysis of these components.

¹ Graduando em Engenharia Agrícola, Feagri/UNICAMP, Campinas, SP. Fone: (19) 91772689. Email – marcelo.buenosantos@fgmail.com

² Professor Titular, Feagri/UNICAMP, Campinas, SP.

³ Doutorando em Engenharia Agrícola, Feagri/UNICAMP, Campinas, SP.

KEYWORDS: localized irrigation, pressurized filters, underdrains.

INTRODUÇÃO

A presença de contaminantes na água de irrigação tem o potencial de causar entupimento aos emissores, dispositivos responsáveis pela aplicação da água a baixas vazões de forma uniforme a partir de orifícios de pequenas dimensões (NAKAYAMA e BUCKS, 1981; CHIENG e GHAEMI, 2003). Quando estas partículas contaminantes são constituídas principalmente por sólidos suspensos acompanhados por material orgânico, recomenda-se a utilização de filtros de areia no tratamento da água de irrigação.

O desempenho dos filtros de areia é função da distribuição de água no seu interior e dos coletores de água filtrada, também chamados de crepinas, cujo formato determina a qualidade como são realizados os processos de filtração e de retrolavagem (limpeza do filtro com fluxo reverso). Um dimensionamento inadequado dos componentes internos dos filtros de areia pode acarretar na intensificação da turbulência do afluente sobre a superfície filtrante, diminuindo sua área efetiva e acelerando o processo de perda da carga hidráulica ao processo de filtração e aumentando a frequência de retrolavagem. (MESQUITA, 2010).

A análise do desempenho da filtração pode ser realizada pelo estudo da trajetória das linhas de fluxo existentes dentro do reservatório entre o sistema de entrada e as crepinas. Uma das metodologias utilizadas na visualização da trajetória das linhas de fluxo é o disparo de jatos de fumaça em torno de modelos, em túneis do vento. Segundo MUELLER (1982), tal sistema permite analisar qualitativamente o escoamento a baixo número de Reynolds, tanto bidimensional como tridimensionalmente.

Visando informações técnicas que aprimorem a eficiência de remoção de sólidos suspensos em filtros de areia, este trabalho tem o objetivo de avaliar o potencial de utilização de um túnel de vento vertical na caracterização das variações de linhas de fluxo geradas por um modelo de crepina fabricado no Brasil, durante os processos de filtração e retrolavagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Para estudo do comportamento das linhas de fluxo, fez-se utilização do método de túnel de vento de circuito aberto, utilizando o módulo didático marca TecQuipament modelo AIR FLOW BENCH AF10 (Figura 1).



Figura 1: Vista do túnel de vento vertical modelo AIR FLOW BENCH AF10.

Projeto e montagem da seção de teste

Para utilização do túnel de vento vertical foi necessário projetar e construir uma seção de teste que permitia o acoplamento das crepinas ao módulo, respeitando as dimensões do equipamento e as necessidades dos ensaios. Optou-se por construir a seção em chapas de acrílico com 50 mm de espessura para permitir a clara visualização do processo, dividindo-a em duas câmaras distintas de testes, uma superior e outra inferior, permitindo o acoplamento da crepina no seu ponto médio. As dimensões da seção foram definidas a partir do padrão do túnel de vento, buscando não permitir a presença de efeitos de parede às linhas e não gerar distorções nos caminhos preferências do fluxo de ar e fumaça, onde seriam realizados os testes para filtragem e retrolavagem respectivamente. Foi anexada à câmara superior uma tubulação de metal com 12 mm de diâmetro interno e 12 cm de comprimento para direcionar o escoamento da fumaça de forma que atingisse as crepinas na posição correta, permitindo assim a visualização das linhas sob os drenos. Uma das paredes da seção de ensaio foi totalmente quadriculada, com espaçamento de 2 cm para permitir a quantificação das distâncias percorridas pelas linhas de fluxo. Vale ressaltar que para o processo de retrolavagem, a crepina era inserida na câmara inferior, rosqueada na posição invertida, simulando assim, a passagem inversa da fumaça sob suas cavidades. Detalhes e dimensões da seção de teste podem ser conferidos na Figura 2.

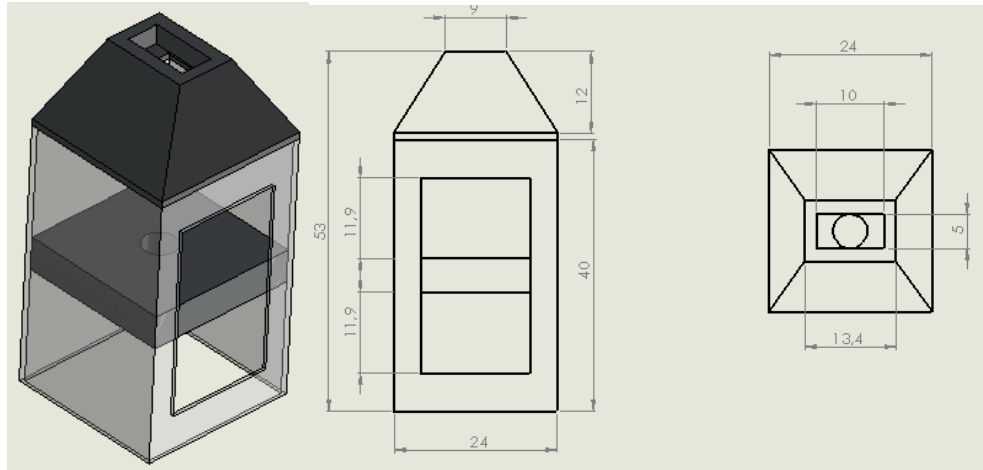


Figura 2: Fotografia da seção de ensaio construída para o módulo de ensaio.

Crepina ensaiada

A crepina selecionada é constituída por anéis ranhurados superpostos, com área de passagem total de $23,8 \text{ cm}^2$, com abertura individual de $0,4 \text{ mm}$ (Figura 3).

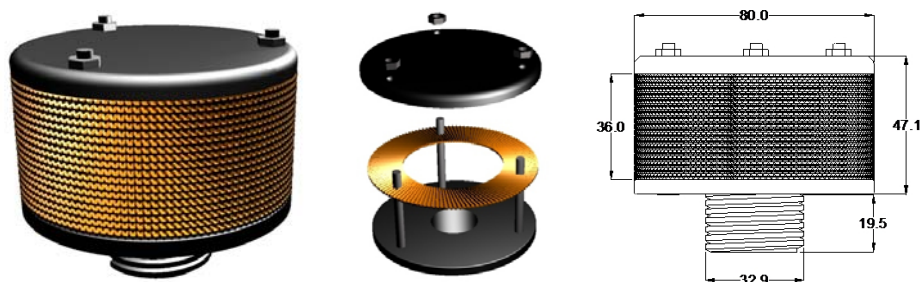


Figura 3: Detalhe do modelo de crepina avaliado, com dimensões em mm.

Procedimento Experimental

Em regime permanente de escoamento de ar, injetava-se fumaça na cavidade superior do aparelho, registrando por uma câmera de filmagem de alta velocidade a passagem do fluxo de ar e fumaça nas crepinas. O procedimento era repetido seis vezes para cada um dos três valores de vazão utilizado. Após tratamento das imagens utilizando softwares de edição fotográfica, as linhas de fluxo eram realçadas com aumento de contorno e brilho, escolhendo a imagem mais nítida para fins de comparação entre vazões. Foi repetido o processo para a posição de retrolavagem, com as crepinas instaladas na parte inferior da seção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 4 apresenta as imagens captadas nos ensaios da crepina a diferentes velocidades e posteriormente tratadas por softwares.

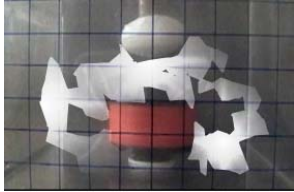

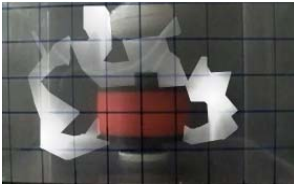
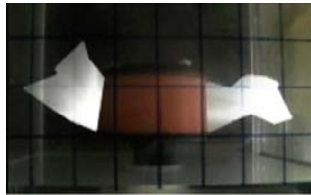

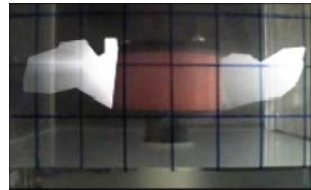
Vazão (m ³ /s)	Posição de Filtragem	Posição de Retrolavagem
0,15		
0,08		
0,05		

Figura 4: Imagens tratadas para a análise do processo de filtragem e retrolavagem

Pela Figura 4 é possível verificar que para a posição de filtragem, a parte superior das crepinas foi o principal fator geométrico responsável pelo desvio do trajeto preferencial da fumaça, implicando em uma não uniformidade de escoamento ao longo do corpo da crepina. Para a retrolavagem, a diminuição dos valores de vazão implicou em caminhos preferenciais de escoamento mais horizontalizados, influenciando no processo de leito fluidizado. Assim, maiores valores de vazão produziram um arranjo caótico do material filtrante, gerando caminhos preferenciais de escoamento de curto percurso para as filtragens.

Os resultados obtidos confirmam a possibilidade de utilização de túneis de vento como um método efetivo de visualização de linhas de fluxo em componentes hidráulicos. O uso dessa metodologia atrelada à possibilidade de melhorias no projeto do componente ensaiado, como em RUFATO (2007), onde se encontram vários exemplos de análises de linhas de fluxo sobre diferentes superfícies, pode propiciar uma melhoria no escoamento do fluido, comprovando que, apesar de sua complexidade construtiva, os túneis de vento têm a vantagem de controlar as variáveis estudadas, assim como, permitir ensaiar modelos bi e tridimensionais estacionários e em movimento (VILAR, 2007).

CONCLUSÃO

Os testes realizados com túnel de vento de sistema aberto mostraram que esse método é uma ferramenta com potencial para avaliar o comportamento dos drenos presentes em filtros de areia e de análise do efeito de suas respectivas geometrias sobre o escoamento de água no interior do equipamento.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Kamal Abdel Radi Ismail da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM), pelo auxílio durante a utilização do módulo de ensaio à ar, ao Eng. Agrícola Juan Camilo Salcedo Ramirez, aluno de Mestrado do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI), e à empresa Hidrosolo pela cessão da crepina

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHIENG, S., GHAEMI, A., 2003. Uniformity in a microirrigation with partially clogged emitters. ASAE Paper N. 032097. ASAE, St. Joseph, MH.

MESQUITA, M.. Avaliação dos componentes hidráulicos e do material filtrante em filtros de areia utilizados na irrigação. Campinas, 2010. 120p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP.

MUELLER, T.J. Smoke visualization in wind tunnels. Astronautics and Aeronautics. pp. 50-54, 1983.

NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D. A. Emitter clogging effects on trickle irrigation uniformity. Trans. of ASAE v.24 n.1, 77-80, 1981.

RUFATO, E. **Visualização de escoamento de fluidos em túnel de vento**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Mecânica. Porto alegre, dezembro de 2007.

VILAR. J.,**Desenvolvimento de equipamentos didáticos para visualização de fluxo**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Laboratório de Sistemas Fluidomecânicos – LSFM. Rio Grande do Sul, 2007.