



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS GUANAMBI

WILLYAN CALDEIRA CORTE

Validação de filtros artesanais para sistemas de irrigação localizada

GUANAMBI

BAHIA - BRASIL

2021



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS GUANAMBI

WILLYAN CALDEIRA CORTE

Validação de filtros artesanais para sistemas de irrigação localizada

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *campus* Guanambi, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido, para obtenção do título de Mestre Profissional.

Orientador: Dr. Delfran Batista dos Santos

GUANAMBI

BAHIA - BRASIL

2021

Catálogo: Leidiane Reis – CRB-5/1959,
IF Baiano, Campus Guanambi

C827v Corte, Willyan Caldeira

Validação de filtros artesanais para sistemas de irrigação localizada. / Willyan Caldeira Corte. – Guanambi, Ba, 2021. 45f.: il.

Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - Campus Guanambi.

Orientador: Delfran Batista dos Santos.

1. Sistema de irrigação. 2. Gotejamento. 3. Eficiência de filtragem. I. Título.

CDU: 631.67



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO

Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido

TERMO DE APROVAÇÃO NO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

VALIDAÇÃO DE FILTROS ARTESANAIS PARA SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO
LOCALIZADA,

Por

Willyan Caldeira Corte

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado às 15:00 do dia 30 de novembro de 2021 como requisito para a conclusão do curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* Guanambi. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora, composta pelos professores/pesquisadores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o Trabalho APROVADO.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Delfran Batista dos Santos - Presidente

Prof. Dr. Rafael Oliveira Batista - Titular

Prof. Dr. Carlos Elizio Cotrim – Titular

Prof. Dr. José Alberto Alves de Souza - Titular

Documento assinado eletronicamente por:

- **Rafael Oliveira Batista, Rafael Oliveira Batista - Outros - Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Ufersa (24529265000140)** , em 05/08/2023 16:40:24.
- **Jose Alberto Alves de Souza, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 05/08/2023 09:10:53.
- **Delfran Batista dos Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 04/08/2023 21:46:08.
- **Carlos Elizio Cotrim, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 04/08/2023 08:18:35.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 03/08/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifbaiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 470324

Código de Autenticação: 3e37a47997



AGRADECIMENTOS

A Deus ...

A meu pai, João Batista de Almeida Côrte e minha mãe, Stelita Caldeira de Souza Corte, por todo apoio, carinho e dedicação.

A meu irmão, Ítalo Caldeira Corte pelo apoio, carinho e dedicação.

Aos demais familiares (tios, tias, primos e primas) que me apoiaram, torceram e vibraram a cada etapa vencida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Delfran Batista dos Santos pela orientação, amizade, voto de confiança, parceria, paciência e apoio. Será sempre um referencial em minha vida acadêmica e profissional.

Ao coorientador, José Alberto Alves de Souza, pela confiança e contribuições dada durante todo o processo.

Aos colegas e amigos da turma 2018.1 do Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido e todos os professores do programa que contribuíram na formação científica.

Aos membros da banca os professores Rafael Batista e Carlos Cotrim pelas contribuições técnica científica, no aprimoramento desse trabalho.

A todos os colegas da Prefeitura de Matias Cardoso, que de alguma forma contribuíram e fizeram parte dessa jornada, sendo representados servidores Anderson Cardoso dos Santos e Dinalva Cardoso dos Santos.

Enfim, à cada um, mesmo não citado nesta ocasião, mas que direta ou indiretamente, tenha contribuindo nessa jornada.

RESUMO

Corte, W. C. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano *campus* Guanambi, Guanambi, novembro de 2021. **Validação de filtros artesanais para sistemas de irrigação localizada.** Orientador: Dr. Delfran Batista dos Santos

A qualidade física, química e biológica da água é de fundamental importância na vida útil dos componentes do sistema de irrigação, principalmente na irrigação localizada. Dessa forma, é de grande importância a utilização de um sistema de filtragem eficiente, econômico e durável para diminuir os custos com manutenção dos equipamentos do sistema de irrigação. Visto isso, objetivou-se com esse estudo realizar a validação de filtros artesanais para utilização em sistema de irrigação por gotejamento. O experimento foi conduzido em um lote agrícola no perímetro irrigado do Jaíba (Projeto Jaíba), no município de Jaíba, no norte do Estado de Minas Gerais, cujas coordenadas geográficas da localização do experimento são 15° 8'38.07" Latitude Sul, 43°55'51.14"O Longitude Oeste e altitude de 474 m. A área experimental possui dimensões de 10 x 20 m, em que as linhas laterais foram constituídas de fitas gotejadoras com espessura de parede de 25.000 micras e com emissores *on line* tendo vazão nominal de 1,6 lh⁻¹, espaçados em 0,30 m; cada linha lateral possuía sete metros de comprimento e 21 emissores. Cada tratamento foi montado com quatro fitas gotejadoras. O esquema experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos testados foram: T I - FAT60 – Uso de filtro artesanal PVC 60 mm com tela de aço; T II - FAS60 – Uso de filtro artesanal PVC 60 mm com tela de sombrite; T III - FAT75 - Uso de filtro artesanal PVC 75 mm com tela de aço; T IV - FCD - Uso de filtro convencional de discos; e T V - TEST - sem uso de filtro. Pôde-se verificar com os resultados do Capítulo I que os filtros de irrigação artesanais estudados se mostraram eficientes no que diz respeito à perda de carga e a retenção de sólidos suspenso na água de irrigação, sendo assim recomendados para uso em sistemas de irrigação localizada do tipo gotejamento. E no Capítulo II foi apresentada uma minuta na forma de Cartilha descrevendo e ilustrando o processo construtivo dos filtros artesanais para uso na irrigação localizada, bem como, a descrição dos custos.

Palavras-chaves: filtros artesanais, perda de carga, irrigação, eficiência de filtragem.

ABSTRACT

Corte, W. C. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano *campus* Guanambi, Guanambi, november, 2021. **Validation of handmade filters for localized irrigation systems.** Advisor: Dr. Delfran Batista dos Santos

The physical, chemical and biological quality of water is fundamental in the useful life of the irrigation system components, especially in localized irrigation. Thus, it is great importance to use an efficient, economical and durable filtering system to reduce the maintenance costs of the irrigation system equipment. The experiment was conducted in an agricultural plot in the irrigated perimeter of Jaíba (Projeto Jaíba), in the municipality of Jaíba, in the north of the State of Minas Gerais, which geographic coordinates of the location of the experiment are 15° 8'38.07" South Latitude, 43° 55'51.14"W Longitude West and altitude 474 m. The experimental area has dimensions of 10 x 20 m, in which the lateral lines were made up of drip tapes with a wall thickness of 25,000 microns and with on-line emitters with a flow of 1.6 lh⁻¹, spaced at 0.30 m; each lateral line was 7 meters long and 21 emitters. Each treatment was assembled with 4 drip tapes. The experimental design was in randomized blocks with 5 treatments and 4 replications. The treatments tested were: T I - FAT60 - filtering with a 60 mm PVC handmade filter with a steel screen; T II - FAS60 - filtering with handmade filter PVC 60 mm with shade screen; T III - FAT75 - filtering with handmade filter PVC 75 mm with steel screen; T IV - FCD - filtering with conventional disk filter; and, T V - TEST - without filtering system. It was possible to verify with the results of Chapter I that the artisanal irrigation filters studied proved to be efficient with regard to the loss of head and the retention of suspended solids in the irrigation water, thus being recommended for use in localized irrigation systems of the drip type. And in Chapter II a draft was presented in the form of a booklet describing and illustrating the construction process of handmade filters for use in localized irrigation, as well as the description of costs.

Keywords: handmade filters, pressure drop, irrigation, filtering efficiency.

SUMÁRIO

CAPITULO I - AVALIAÇÃO HIDRAULICA DE FILTROS ARTESANAIS PARA UTILIZAÇÃO EM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO.....	9
INTRODUÇÃO.....	8
REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
ENTUPIMENTO DE EMISSORES NA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA.....	9
SISTEMA DE FILTRAGEM CONVENCIONAL.....	9
FILTROS ARTESANAIS.....	10
MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
ENSAIO DOS FILTROS.....	15
PERDA DE CARGA DOS FILTROS.....	15
ANÁLISE DOS DADOS.....	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
ANÁLISES HIDRÁULICAS DE PERDA DE CARGA.....	18
ANÁLISES DOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDADE.....	22
EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DE PARTICULAS SÓLIDAS.....	24
CONCLUSÃO.....	26
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
CAPITULO 2 - CARTILHA - CONSTRUÇÃO DE FILTROS ARTESANAIS PARA IRRIGAÇÃO.....	31
INTRODUÇÃO.....	31
FILTRO ARTESANAL DE PVC DN 75 DE TELA DE AÇO 120 MESH.....	32
CONSTRUÇÃO DO ELEMENTO FILTRANTE PVC DN 75.....	32
MONTAGEM DO FILTRO PVC DN 75.....	33
DETALHES DO SISTEMA DE FILTRAGEM PVC DN 75.....	34
FILTRO ARTESANAL DE PVC DN 60 DE TELA DE AÇO 120 MESH.....	35
CONSTRUÇÃO DO ELEMENTO FILTRANTE PVC DN 60.....	36
MONTAGEM DO FILTRO PVC DN 60.....	36
DETALHES DO SISTEMA DE FILTRAGEM PVC DN 60.....	37
FILTRO ARTESANAL DE PVC DN 60 DE TELA DE SOMBRITE.....	38
CONSTRUÇÃO DO ELEMENTO FILTRANTE PVC DN 60 (SOMBRITE).....	39
MONTAGEM DO FILTRO PVC DN 60 (SOMBRITE).....	39
DETALHES DO SISTEMA DE FILTRAGEM PVC DN 60 (SOMBRITE).....	40
CUSTO DE CONSTRUÇÃO DOS FILTROS ARTESANAIS.....	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41

CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO HIDRÁULICA DE FILTROS ARTESANAIS PARA UTILIZAÇÃO EM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

INTRODUÇÃO

A qualidade física, química e biológica da água é de fundamental importância na vida útil dos componentes do sistema de irrigação, principalmente na irrigação localizada. A água de má qualidade, é aquela que contém sedimentos em suspensão, resultando problemas sérios em sistemas de irrigação localizada, promovendo o entupimento de tubulações e emissores, e ocasionando a baixa uniformidade na aplicação de água, e conseqüentemente, prejuízos ao agricultor. Dessa forma, é de grande importância a utilização de um sistema de filtragem eficiente, econômico e durável para diminuir os custos com manutenção dos equipamentos do sistema de irrigação.

Um dos principais fatores que influenciam na decisão de compra de um sistema de filtragem eficiente é o custo de aquisição. Assim, vários produtores acabam, por falta de assistência técnica adequada e escassez de recursos, optando por um filtro inadequado para seu sistema de irrigação. A baixa eficiência de um sistema de filtragem pode ser explicada pela sua capacidade de filtragem ou pela perda de carga elevada do sistema de irrigação, podendo aumentar os custos com energia elétrica e frequência de limpezas.

No Brasil, atualmente, estudos sobre sistemas de filtragem alternativos ainda são incipientes em instituições de ensino e pesquisa, bem como a sua utilização na atividade fim. Com isso, são poucos os trabalhos sobre ferramentas alternativas de sistema de filtragem da irrigação localizada. Assim, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas na área, a fim de orientar os agricultores acerca do uso de novos materiais com a finalidade de tornar esses dispositivos mais econômicos, mais operacionais e duráveis. Com esse fim, este estudo tem por objetivo realizar a avaliação hidráulica e da capacidade de remoção de sólidos suspensos totais de filtros artesanais, bem como a uniformidade de aplicação de água de sistemas de irrigação por gotejamento.

REFERENCIAL TEÓRICO

ENTUPIMENTO DE EMISSORES NA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

O entupimento de emissores pode comprometer a uniformidade de aplicação de água no sistema de irrigação devido à redução irregular do fluxo de água dos emissores (PINTO et al., 2016; BATISTA et al., 2010; RIBEIRO et al., 2008). O aumento no entupimento de emissores de aproximadamente 1 para 5% pode resultar em uma significativa redução de uniformidade de aplicação (PINTO et al., 2016).

Vários estudos têm mostrado que sistemas de filtração de água podem ser mais ou menos eficientes devido as diferentes causas de entupimento (PINTO et al., 2016). Na irrigação, os agentes físicos, químicos e biológicos provocam o entupimento dos sistemas de irrigação e, com isso, afetam o desempenho hidráulico e aumentam a frequência de manutenção nos sistemas; isso reduz a uniformidade de aplicação de água e aumenta os custos com a operação do sistema (TESTEZLAF, 2008). Os sólidos em suspensão são os causadores de entupimentos de emissores mais reportados (PERRONI et al., 2018; LI et al., 2012; TAYLOR et al., 1995; NAKAYAMA; BUCKS, 1991; ADIN; ALON, 1986).

Os principais responsáveis por problemas de obstrução por partículas suspensas são os de origem inorgânica (areia, silte, argila e plásticos); orgânicas (organismos aquáticos, zooplâncton, caramujos e peixes); e outros organismos, tais como: larvas de insetos, formigas e aranhas (PERRONI et al., 2018; GILBERT; NAKAYAMA; BUCKS, 1979). As principais formas de entrada dos materiais inorgânicos dentro do sistema de irrigação são: durante a instalação; devido às rupturas na tubulação, o que possibilita a entrada de materiais inorgânicos como areia, silte, argila e plásticos (PERRONI et al., 2018; COELHO et al., 2007); ou junto com a água no momento da sucção pelo conjunto motobomba.

SISTEMA DE FILTRAGEM CONVENCIONAL

Os tipos de filtros comumente usados em irrigação localizada são o de areia, o de tela e o de discos, além dos hidrociclones (BISCARO et al., 2014). Filtros de areia são estruturas reforçadas, na maioria das vezes de ferro fundido, bem vedadas, onde a água passa através das partículas de areia, deixando para trás as impurezas. Com o passar do tempo, é acumulada uma quantidade de impurezas dentro do sistema de filtragem de areia, aumentando, com isso, a perda de carga no sistema. Sendo assim, é necessário que seja

feita a limpeza periódica dos filtros, com o intuito de evitar que a perda de carga fique muito alta no sistema de filtragem.

Os filtros de areia são bastante eficientes no processo de filtragem da água, sendo muito eficientes na remoção de materiais inorgânicos presentes na água (BISCARO et al., 2014). Nestes filtros, os sólidos são retidos por partículas de cascalho ou areia (ADIN; ALON, 1986). Já nos filtros de tela, as partículas ficam aderidas na superfície do cilindro de tela interno.

Nos filtros de discos, têm-se vários discos com ranhuras na superfície, pressionados uns contra os outros, formando um cilindro com vários microfuros originados pelas ranhuras. Nesse, as partículas ficam aderidas na superfície do cilindro interno formado pelos discos com ranhuras.

Tem também os filtros do tipo hidrociclone, que o princípio de filtragem do equipamento é similar ao processo de separação sólido-líquido das centrífugas, sendo proporcionado pela sedimentação centrífuga (CRUZ et al., 2010). Nesse processo, as partículas sólidas em suspensas são submetidas a uma força centrífuga, provocando a separação dos sólidos do fluido. A entrada de água com partículas em suspensão pela lateral do cilindro de forma tangencial provoca a formação de um vórtex descendente, projetando as partículas de maior densidade contra a superfície interna do cilindro e arrastando-as até a saída inferior do equipamento (underflow).

FILTROS ARTESANAIS

Filtros artesanais para a remoção de sólidos suspensos totais já vêm despertando interesse de alguns pesquisadores, como por exemplo a utilização de manta sintética não tecida como meio filtrante (RIBEIRO et al., 2004); utilização de discos circulares de tela como elementos filtrante (MIRANDA et al., 2012); outros autores, tem estudado a utilização de bagaço de cana-de-açúcar e solo como material filtrante (NETO et al., 2011); e utilização de manta sintética e disco de tela com cascalho (CARMO et al., 2011).

MIRANDA et al. (2012) constataram que o filtro artesanal de tela em comparação com o filtro convencional de discos, apresentou maior eficiência. CARMO et al. (2011) estudaram filtros artesanais de manta sintética e de tela com cascalho em comparação com um filtro de disco convencional, encontraram maiores eficiências no filtros artesanais; PARTENIANI & SCATOLINI (2001) trabalharam com manta sintética, e verificaram que

estas foram mais eficientes que os filtros convencionais estudados (MIRANDA et al., 2012). AIROLDI et al. (2003) comparando as eficiências de filtragem de filtro de discos com manta sintética constataram que os filtros artesanais e os convencionais estudados apresentaram eficiências similares (MIRANDA et al., 2012).

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um lote agrícola no perímetro irrigado do Jaíba (Projeto Jaíba), no município de Jaíba, no norte do Estado de Minas Gerais, cujas coordenadas geográficas da localização do experimento são 15° 8'38.07" Latitude Sul, 43°55'51.14"O Longitude Oeste e altitude de 474 m.

A irrigação da área do lote agrícola utilizada no estudo foi composta por quatro setores de 1 hectare, composto por irrigação localizada por microaspersão em área plantada com banana nanica. A vazão média na tomada de água foi de 50 m³h⁻¹, com turno diário médio de irrigação de 1:30 horas, sendo que a média de vazão em cada um dos filtros analisados de aproximadamente 12,5 m³h⁻¹.

Em uma área cercada em paralelo a área cultivada, foi montada uma área experimental para avaliação da eficiência dos filtros (Figuras 1, 2 e 3) que possuía dimensões de 10 x 20 m, em que as linhas laterais foram constituídas de fitas gotejadoras com espessura de parede de 25.000 micras e com emissores *on line* tendo vazão nominal de 1,6 l h⁻¹, espaçados em 0,30 m; cada linha lateral possuía sete metros de comprimento e 21 emissores. Cada tratamento foi montado com quatro fitas gotejadoras. O esquema experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos testados foram:

T I - FAT60 - Uso de filtro artesanal PVC 60 mm com tela de aço (Figura 4);

T II - FAS60 - Uso de filtro artesanal PVC 60 mm com tela de sombrite (Figura 5);

T III - FAT75 - Uso de filtro artesanal PVC 75 mm com tela de aço (Figura 6);

T IV - FCD - Uso de filtro convencional de discos de 3" (Figura 7); e

T V - TEST - Sem sistema de filtragem.



Figura 1. Área experimental, com a disposição das mangueiras em blocos casualizados.

Fonte: Próprio autor (2021).



Figura 2. Disposição dos filtros de irrigação na área experimental. Fonte: Próprio autor

(2021).

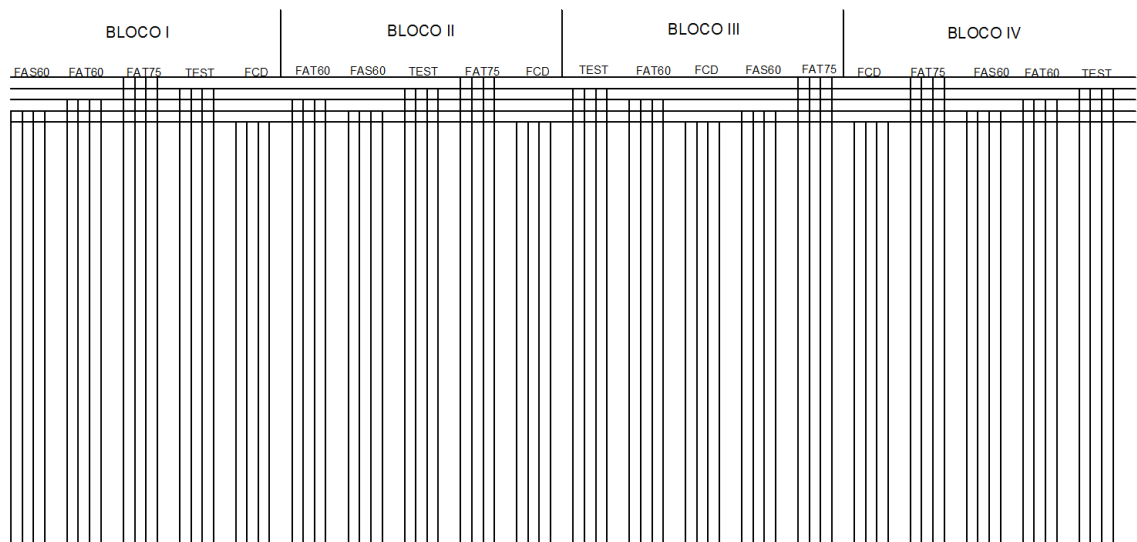


Figura 3. Esquema da área experimental, com a disposição das mangueiras em blocos casualizados. Fonte: Próprio autor (2021).



Figura 4. Elemento filtrante do filtro artesanal DN 60 envolto com tela de aço 120 mesh (FAT60). Fonte: Próprio autor (2021).



Figura 5. Elemento filtrante do filtro artesanal DN 60 envolto com tela de sombrite 80% (FAS60). Fonte: Próprio autor.



Figura 6. Elemento filtrante do filtro artesanal DN 75 com tela de aço 120 mesh (FAT75). Fonte: Próprio autor.



Figura 7. Elemento filtrante do filtro convencional de disco de 3” 120 mesh. Fonte: Próprio autor.

ENSAIO DOS FILTROS

Os testes foram realizados com vistas à avaliação da perda de carga de cada sistema, além de avaliações quanto à uniformidade de aplicação de água. Para a realização dos testes, foi montada, em campo, uma bancada para acomodação dos filtros, com 5 (cinco) saídas (Figura 2), sendo 1 saída para filtro convencional de disco, 1 (um) saída para água bruta, e 3 (três) saídas para os filtros artesanais produzidos. O cavalete para sustentação dos protótipos foi construído em madeira.

PERDA DE CARGA DOS FILTROS

Determinou-se a perda de carga provocada por cada modelo de filtro, ao longo do tempo, através de manômetros analógicos com precisão de $0,05 \text{ kg.cm}^{-2}$ (0,5 mca), instalados à montante e à jusante do sistema de filtração, e aplicando-se a equação de Bernoulli (Equação 1). Também foi utilizado um hidrômetro, instalado na tomada de água do lote, com precisão de $0,01 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$.

$$h_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_f \quad (1)$$

em que:

h_1 - Altura da tomada de pressão à montante do filtro; m;

h_2 - Altura da tomada de pressão à jusante do filtro, m

P_1 - A pressão à montante do filtro, kgf m^{-2} ;

P2 - A pressão à jusante do filtro, kgf m⁻²;

v1 - A velocidade de escoamento na tomada de pressão à montante do filtro, m s⁻¹;

v2 - A velocidade de escoamento na tomada de pressão à jusante do filtro, m s⁻¹;

γ - Peso específico da água, kgf m⁻³; e

hf - Perda de carga, m.

As tomadas de pressão, para aferição das pressões no sistema, foram instaladas em uma mesma altura, e as tubulações das tomadas de pressão foram instaladas com os mesmos diâmetros. Assim tem-se, conseqüentemente, as mesmas velocidades nos pontos de tomadas de pressão. Com isso, a Equação 1 pode ser simplificada para ser usada de acordo com a Equação 2.

$$h_f = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} \quad (2)$$

em que:

hf - Perda de carga, m;

P1 - Pressão antes do filtro, kgf.m⁻²;

P2 - Pressão depois do filtro, kgf m⁻²; e

γ -Peso específico da água, kgf m⁻³.

A avaliação procedeu com os filtros artesanais de tela e convencional de discos conectados, diretamente, no sistema de irrigação localizada com água bruta e com filtros limpos, permitindo assim ao contrário dos testes laboratoriais para determinação da perda de carga informados em catálogos que utilizam a descarga livre com água limpa, uma real situação acerca do funcionamento dos filtros no que tange a perda de carga.

ANÁLISE DOS DADOS

Para avaliação da eficiência do sistema de filtragem foi adotada a seguinte metodologia com base na concentração de sólidos suspensos à montante e à jusante dos filtros, utilizando-se a Equação 3:

$$EF = \frac{(SS_1 - SS_2)}{SS_1} \cdot 100 \quad (3)$$

em que:

EF - Eficiência de filtragem, %;

SS₁ - Concentração de sólidos suspensos na entrada do filtro, g L⁻¹; e

SS₂ - Concentração de sólidos suspensos na saída do filtro, g L⁻¹

Para a avaliação do sistema de irrigação, foram feitas avaliações mensais utilizando a metodologia proposta por Keller & Karmeli (1975), a qual recomenda a obtenção das vazões em quatro pontos ao longo da linha lateral: do primeiro emissor, dos emissores situados a 1/3 e 2/3 do comprimento e do último emissor. Com os valores de vazão dos emissores foram determinados os Coeficientes de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) conforme as Equações 4 e 5.

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum |L_i - L_m|}{N L_m} \right) 100 \quad (4)$$

em que:

CUC - Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, %;

L_i - Vazão do *i* – ésimo emissor, em l h⁻¹;

L_m - Vazão média de todos os emissores, em l h⁻¹; e

N - Número de emissores.

$$CUD = \frac{l_q}{L_m} 100 \quad (5)$$

em que:

CUD - Coeficiente de Uniformidade de Distribuição, %;

l_q - Média das 25% menores vazões, em l h⁻¹; e

L_m - Vazão média de todos os emissores, em $l\ h^{-1}$.

Onde os níveis aceitáveis de CUC e CUD são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação do CUC e CUD para sistemas de irrigação por gotejamento

Classificação	CUC %	CUD %
Excelente	90 – 100	> 90
Bom	80 – 90	80 – 90
Razoável	70 – 80	70 – 80
Ruim	60 – 70	< 70

Fonte: Mantovani 2001

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ANÁLISES HIDRÁULICAS DE PERDA DE CARGA

A partir dos dados experimentais foram obtidos os valores de perda carga em cada um dos filtros analisados, e esses foram comparados na Figura 8. As curvas apresentadas na Figura 8 mostram a relação vazão (Q) e perda de carga (hf) dos filtros artesanais analisados.

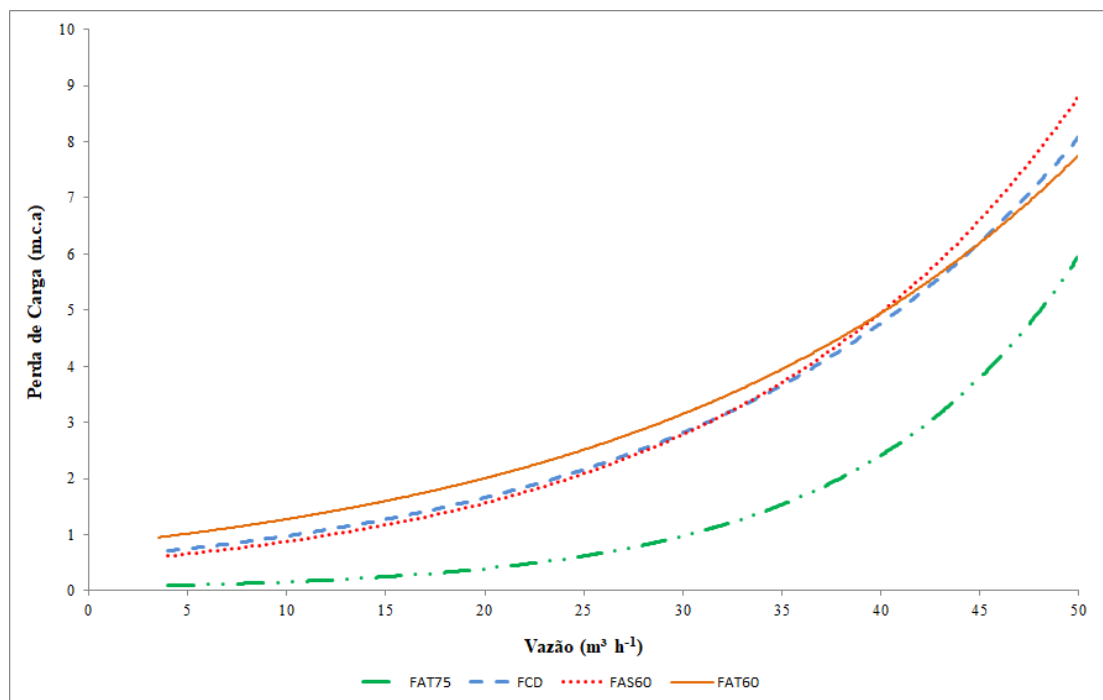


Figura 8. Curvas de perda de carga em função da vazão dos filtros analisados.

Os maiores valores de perda de carga (Figura 8) em vazões até $35 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ foram obtidos para o tratamento FAT60, tendo os menores valores sido encontrados para o tratamento FAT75. Para os tratamentos FAS60 e FCD, a perda de carga do sistema de filtragem foi similar, tendo os mesmos apresentados valores de perda de carga intermediários entre o FAT60 e FAT75. Em vazões entre $35 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ e $50 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, os menores valores para perda de carga ficaram com FAT75, enquanto o tratamento FAS60 obteve os maiores valores de perda de carga. Já os tratamentos FCD e FAT60 ficaram com valores de perda de carga similares, e intermediários entre os valores de perda de carga para FAT75 e FAS60.

Nos catálogos da AMIAD (AMIAD, S/D) ficou definido que o limite ideal de perda de carga para filtros limpos devem ser de 5 a 6 mca. Na curva representativa da perda de carga em função da vazão do FCD na Figura 8, pode-se perceber que o filtro em questão atinge a perda de carga máxima recomendada pelo fabricante, quando a vazão no sistema atinge $45 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$; divergindo dos dados do catálogo do fabricante (AMIAD, S/D) para o filtro em questão, o qual cita que o filtro é recomendado para vazões até $50 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. OLIVEIRA (2005) cita que os dados informados pelos fabricantes de filtros de irrigação também foram divergentes em alguns dos testes de laboratório realizados por ele. Segundo o catálogo da IRRITEC (S/D), a curva de perda de carga em função da vazão foi elaborada com teste de bombeamento com água limpa e descarga livre, ou seja, sem nenhum sistema de irrigação montado a jusante do filtro. Assim, pode-se observar que há diferenças na perda de carga nos testes em laboratório e nos testes em campo, devido às diferenças operacionais das avaliações.

As curvas individualizadas destacadas nas Figuras 9, 10, 11 e 12 mostram que houve acurácia dos modelos utilizados na predição da perda de carga nos filtros, sendo comprovada pelo valor obtido com o coeficiente de determinação (Tabela 2), onde para todas as condições avaliadas o valor de $R^2 \geq 0,99$. Isso indica uma forte correlação entre as variáveis vazão e perda de carga, corroborando com o que foi obtido por Oliveira (2010). Tem-se como exemplo o filtro de tela de FAT75, que obteve $R^2 = 0,9933$, indicando que 99,33% das variações na perda de carga podem ser explicadas pela variabilidade na vazão, e apenas 0,67% da variabilidade da perda de carga pode ser explicada por fatores diversos.

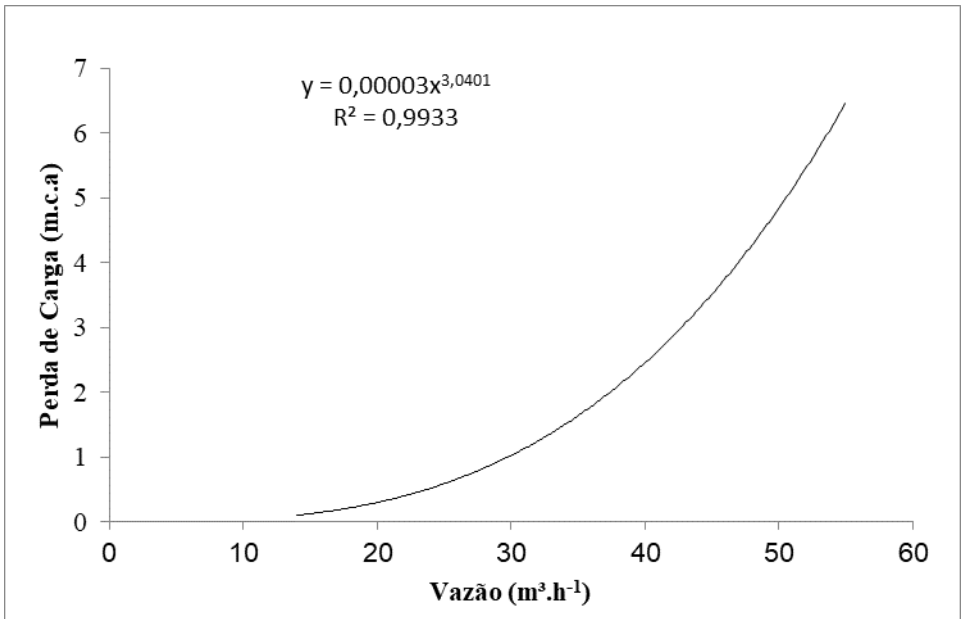


Figura 9. Curva de perda de carga em função da vazão do FAT75.

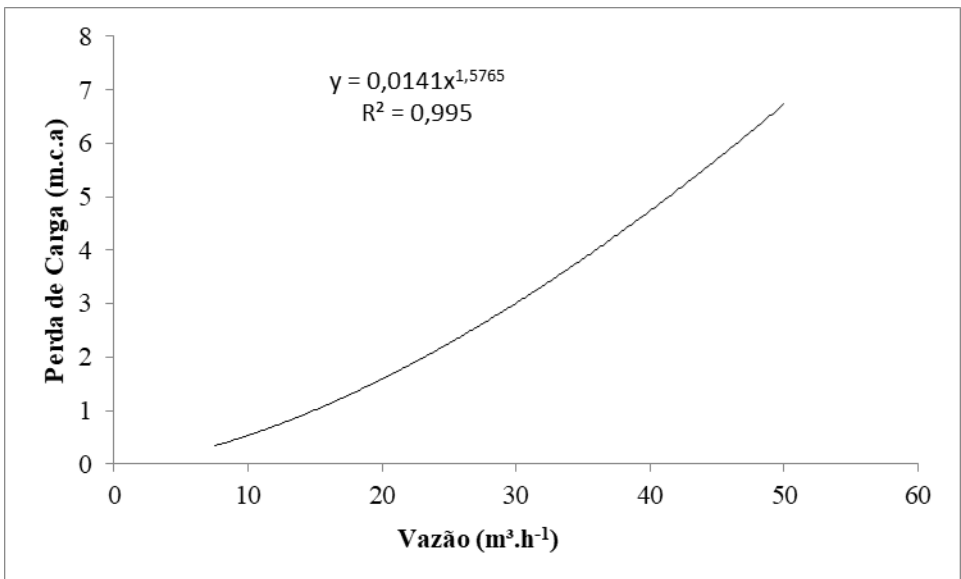


Figura 10. Curva de perda de carga em função da vazão do FCD.

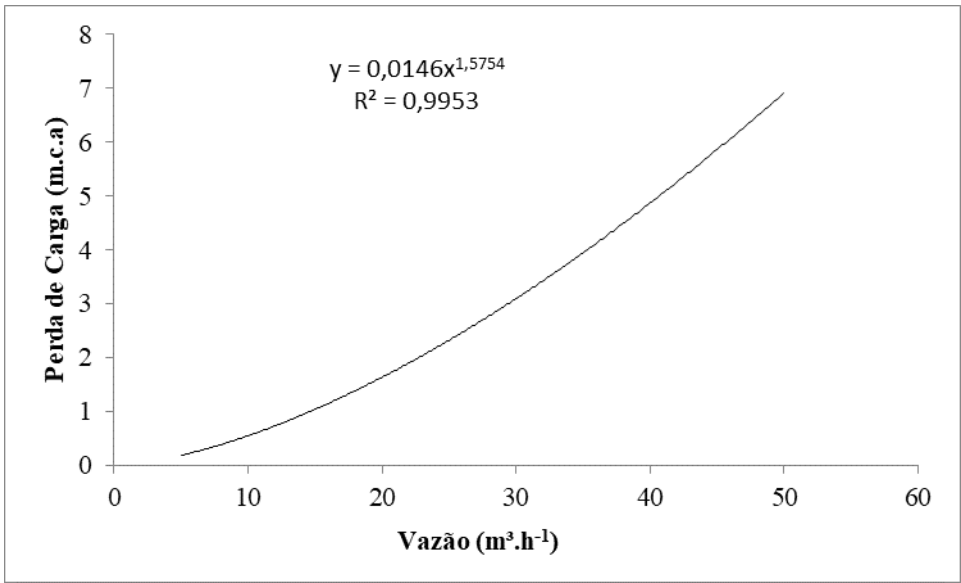


Figura 11. Curvas de perda de carga em função da vazão do FAS60.

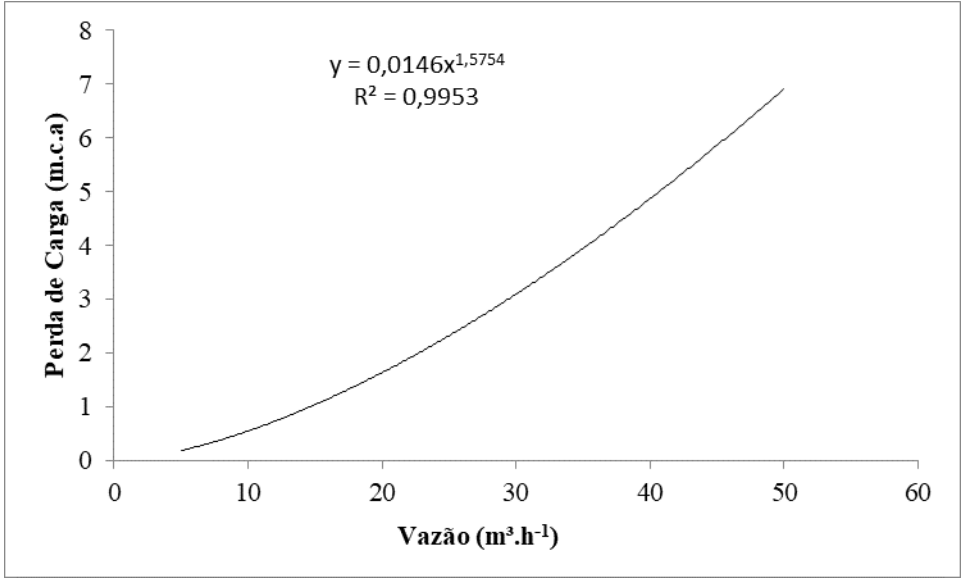


Figura 12. Curva de perda de carga em função da vazão do FAT60.

Tabela 2. Valores do coeficiente de determinação das curvas de perdas de carga dos filtros artesanais e convencional

FILTRO	R ²
FAT75	0,9933
FCD	0,9950
FAS60	0,9953
FAT60	0,9906

A função principal dos filtros é a remoção de partículas sólidas da água utilizada, assim observa-se que comparativamente com o FCD que foi utilizado como testemunha no experimento, todos os filtros artesanais utilizados apresentaram perda de carga similar ou menor que o filtro convencional de discos utilizado como testemunha. Ainda, o filtro FAT75 apresentou perda de carga menor que a testemunha em todas as vazões analisadas.

ANÁLISES DOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDADE

Na Tabela 3, é possível observar que ocorre uma diminuição dos índices de uniformidade de distribuição de água ao longo do tempo, entre a primeira e a quarta avaliação para todos os sistemas de filtragem e a testemunha.

Tabela 3. Resultados das médias dos valores dos coeficientes de uniformidade analisados em função dos filtros e das horas de funcionamento do sistema de irrigação

	CUC (%)					CUD (%)				
	FAT60	FAS60	FAT75	TEST	FCD	FAT60	FAS60	FAT75	TEST	FCD
1 hora	96,01	95,63	97,16	96,04	95,96	94,34	93,38	95,35	94,80	94,84
120 horas	91,90	92,97	93,91	88,38	91,46	89,04	87,51	91,60	82,91	88,13
240 horas	89,00	90,32	91,35	84,59	90,51	83,09	82,33	86,89	74,93	85,80
360 horas	85,30	87,27	87,78	75,69	88,27	74,38	75,76	77,43	54,64	79,86

Nota: Os valores indicados na tabela são as médias de quatro repetições de cada conjunto de fitas gotejadoras representativas de cada filtro na área experimental.

Analisando a Tabela 3, é possível inferir que não houve homogeneidade na variação dos coeficientes de uniformidade ao longo do tempo, ou seja, não se teve uma taxa fixa de entupimento para os gotejadores ao longo do tempo. As causas das variações ao longo do tempo podem ser relacionadas com variações da qualidade da água durante o período e pela queda na eficiência de remoção de impurezas contidas na água, principalmente de origem biológica. Corroborando assim com o que foi verificado por

OLIVEIRA et al. (2007) em seu estudo sobre recomendação de equações para determinação da perda de carga em filtros de tela. As fitas gotejadoras que não dispuseram de sistema de filtragem para a água, passaram por um processo de entupimento dos gotejadores mais acentuado, pois, os índices de uniformidade analisados apresentaram queda drástica da eficiência, e com isso uma mudança de classificação, passando de excelentes na primeira avaliação, para razoáveis e ruins na quarta avaliação para CUC e CUD, respectivamente.

Verifica-se, ainda na Tabela 3, que nas parcelas que possuíram algum tipo de sistema de filtragem, os valores médios, tiveram uma taxa de entupimento de gotejadores mais branda, passando de excelentes na primeira avaliação para bons e razoáveis, para CUC e CUD respectivamente. Dessa forma, ao longo do tempo, os filtros artesanais estudados apresentaram resultados melhores e/ou similares ao FCD utilizado como testemunha, ou seja, os filtros artesanais estudados apresentaram-se como alternativas viáveis como elementos do sistema de filtragem de conjuntos de irrigação.

Na Tabela 4, é possível observar que a diminuição da uniformidade dos gotejadores das fitas que foram aplicaram água bruta, sem nenhum sistema de filtragem (TEST) foi mais acentuada de acordo com análise da variável β_0 , sendo o valor da variável para o tratamento TEST o mais negativo entre os tratamentos; indicando assim que os valores de CUC e CUD tiveram uma variação mais acentuada no tratamento onde não houve utilização de sistema de filtragem, ou seja, houve um maior porcentagem de entupimento onde não se teve utilização de filtros.

Tabela 4. Valores dos coeficientes de angulação das retas da equação de regressão dos valores de CUC e CUD das fitas com água dos filtros analisados

	CUD			CUC		
	β_1	β_0	R	β_1	β_0	R ²
FAT60	0,9509	-0,0005	0,9857	0,9581	-0,0003	0,996
FAS60	0,9345	-0,0005	0,998	0,957	-0,0001	0,9988
FAT75	0,9659	-0,0005	0,9507	0,9715	-0,0003	0,9964
FCD	0,9425	-0,0004	0,971	0,9515	-0,00009	0,9221
TEST	0,9609	-0,0011	0,964	0,959	-0,0005	0,9795

Ainda, analisando a Tabela 4, é possível notar uma similaridade nos valores de β_0 para todos os filtros artesanais analisados segundo ao coeficiente CUD, e tem-se para o FCD com o menor valor de β_0 . Para os valores de CUC, tem-se que os filtros FAT60 e

FAT75 com o mesmo valor de β_0 , tendo o FAS60 apresentado o menor valor entre os filtros artesanais, e o FCD apresentado o menor valor de β_0 entre todos os filtros. Em todas as situações, o valor de β_0 para a testemunha foi o mais negativo. Com isso, é possível inferir que os filtros artesanais analisados apresentaram similaridade no processo de entupimento na malha de fitas gotejadora, tendo todos apresentado menor grau de entupimento do que o tratamento TEST. Portanto, pode-se concluir que os filtros analisados apresentaram, na média, valores dos índices de uniformidade das fitas gotejadoras muito próximos, sendo considerados após 360 horas de funcionamento segundo a classificação, como bons e razoáveis, para valores de CUC e CUD da malha de fitas gotejadoras respectivamente.

EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DE PARTICULAS SÓLIDAS

Analisando os dados da Figura 13 e Figura 14, pode-se observar que o melhor desempenho na retenção de material sólido foi no FCD, que apresentou melhor eficiência, com 100% de retenção da parte sólida analisada. O FAT60 e o FAT75 apresentaram boa capacidade de filtração de sólidos com aproximadamente 50% de retenção. Enquanto que a TEST e o FAS60 não apresentaram resultados significativos de remoção de sólidos suspensos. Com isso, pode-se inferir que os filtros com tela de aço de 120 mesh (FAT75 e FAT60) e o FDC possuem capacidade de retenção de sólidos suspensos totais boa, enquanto que o FAS60 e a TEST não possuem boa capacidade de retenção de sólidos suspensos totais da água de irrigação.

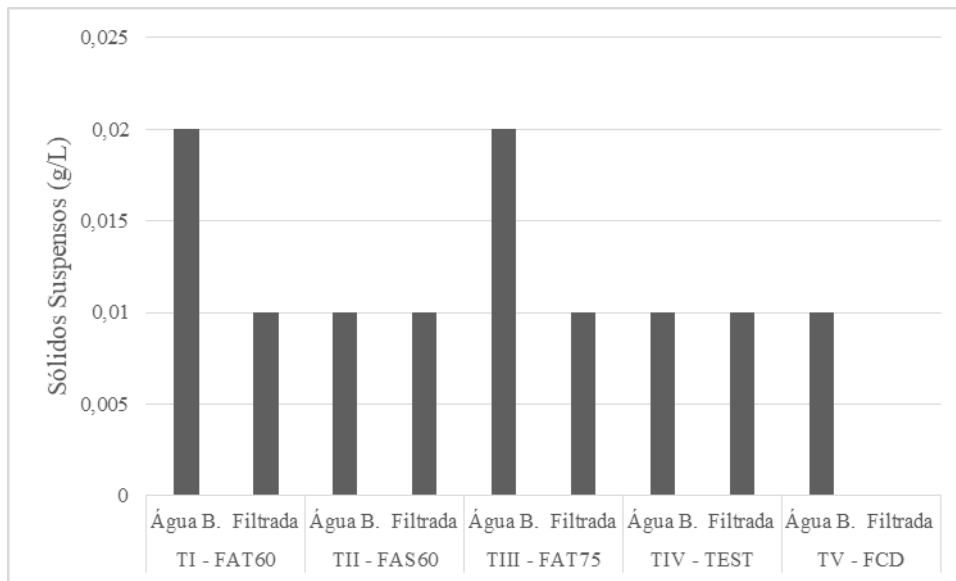


Figura 13. Representação da quantidade de sólidos suspensos totais na água de irrigação à montante e à jusante do sistema de filtragem. Fonte: próprio autor.

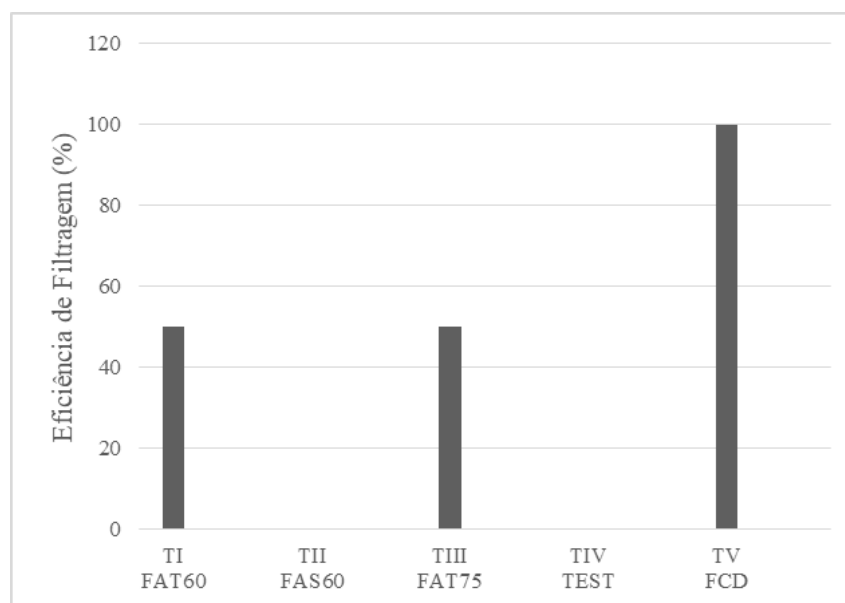


Figura 14. Representação da eficiência de filtragem de sólidos suspensos totais na água de cada sistema de filtragem. Fonte: próprio autor.

MIRANDA et al. (2012) em seu estudo comparando a capacidade de retenção de partículas sólidas em filtros artesanais de manta sintética com filtros convencionais de disco, encontraram como resultado que os filtros artesanais foram mais eficientes que os filtros convencionais de discos. AIROLDI et al. (2003) comparando as eficiências de filtragem de filtro de disco com filtros artesanais de manta sintética constataram que os filtros artesanais foram tão eficientes quanto os filtros convencionais de discos. Já Carmo

et al. (2011) em seu trabalho com filtros artesanais encontraram maiores eficiências nos filtros artesanais que o filtro de discos. Essas diferenças nos resultados de diversos autores são aceitáveis tendo em vista as diferenças no tipo de material utilizado na confecção dos filtros e na metodologia de trabalho utilizada.

Na Figura 15 pode-se observar como os filtros se comportaram durante o experimento após 360 horas de funcionamento. É notável que o FCD possui os menores valores de concentrações de sólidos suspensos totais na água no final das linhas laterais de irrigação, mostrando assim a sua eficiência na retenção de partículas sólidas em sistemas de irrigação. É possível observar, também, que o filtro FAT75 possui uma quantidade considerável de sólidos no final da tubulação de distribuição de água (0,82 g/L), sendo que isso pode ser possível devido à baixa perda de carga do filtro, ocasionando assim um possível caminho preferencial para a água de irrigação quando submetido ao trabalho em paralelo com outros tipos de filtros.

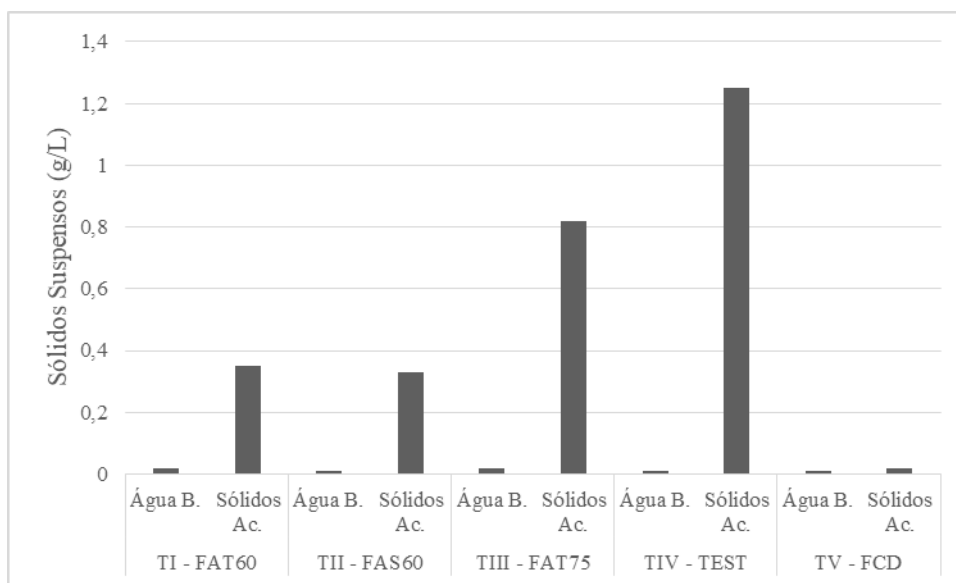


Figura 15. Representação da quantidade de sólidos suspensos totais acumulados no final das linhas de distribuição da área experimental após 360 horas de funcionamento do sistema.

Verificou-se, também, na Figura 15 que a TEST apresentou as maiores concentrações de sólidos suspensos totais ao final da rede de distribuição, sendo 1,25 g/L, isso ocorreu provavelmente devido à ausência de sistemas de filtragem. Os filtros FAS60 e FAT60, possuíram valores de concentração de sólidos suspensos totais similares, sendo 0,33 g/L e 0,35 g/L tendo esses tido os menores valores de concentrações de sólidos suspensos entre os filtros artesanais. Ao comparar, o FAT60 e FAT75, observa-se uma

discrepância na concentração de sólidos suspensos totais, mesmo os dois tendo utilizado o mesmo tipo de tela de aço. Esse fato intensifica a ideia de criação de um caminho preferencial para água de irrigação nos filtros de menores perdas de carga durante o funcionamento do sistema.

CONCLUSÃO

Os filtros de irrigação artesanais estudados se mostraram eficientes no que diz respeito à perda de carga e a retenção de sólidos suspenso totais na água de irrigação, sendo recomendados para sistemas de irrigação localizada do tipo gotejamento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADIN, A.; ALON, G. Mechanisms and process parameters of filter screens. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Jerusalem, v.112, n.4, 293-304, 1986.

AGENCIA NACIONAL DAS AGUAS. ATLAS Irrigação - Uso da Água na Agricultura Irrigada. Brasília-DF. 2017. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/AtlasIrrigacao-UsodaAguanaAgriculturaIrrigada.pdf>. Acesso em 18 de setembro de 2019.

AIROLDI, R.P.S.; PARTENIANI, J.E.S.; RIBEIRO, T.A.P.; SILVA, M.J.M. Comparação entre elementos filtrantes de manta sintética não tecida e de disco no tratamento de água para irrigação. Revista Irriga, Botucatu, v. 8, n. 1, p. 218-233, set-dez, 2003.

AMIAD, D. N. CHEVEL KORAZIM. Sistemas de filtrado y fertigación. Israel; 2004. 1v. (Catálogo de Filtros).

BISCARO, G.A.; GOMES, E. P.; CRUZ, R. L.; GEISENHOFF, L. O.; OLIVEIRA, A. C. Sistema de irrigação localizada. Dourados, MS: Editora UFGD, 2014. Disponível em: <<http://200.129.209.183/arquivos/arquivos/78/EDITORA/catalogo/sistema-deirrigacao-localizada-guilherme-augusto-biscaro-org.pdf>> Acesso em: 29 de setembro de 2019.

BUCKS, D.A.; NAKAYAMA, F.S.; GILBERT, R.G.; Trickle irrigation quality and reventive maintenance. Agricultural water manangement, n.2, p.149- 162, 1979.

CARMO, F. F.; LIMA, L. D. P.; MIRANDA, E. P.; SILVA, M. G.; LEDO, E. R. F. Eficiência de remoção de sólidos suspensos utilizando filtros com elemento filtrante alternativo. In: X ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA - X ENICIT, X ENCONTRO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – X ENPPG & V

SIMPÓSIO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA – V SIMPIT, Maracanaú-CE. Anais... Maracanaú-CE, 2011.

CERQUEIRA, M. A.; RODRIGUES, F. M.; ALMEIDA, G. V. L. Susceptibilidade a desertificação para o estado de Pernambuco. Geosul – Revista do Departamento de Geociências – CFH/UFSJ, Florianópolis, v. 35, n. 76, p. 151-170, set/dez 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/56516/44384>.

CRUZ, OTHON C. DA; ZANINI, JOSÉ R.. Eficiência de um hidrociclone de geometria "rietema" para pré-filtragem de água para irrigação. Eng. Agríc., Jaboticabal , v. 30, n. 4, p. 637-645, Aug. 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162010000400008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 30 de setembro de 2019.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Índices para a quantificação da seca: relatório do ano de 2009. Santo Antonio de Goiás, 2009. 41 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 244).

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations . Global Map of Irrigation Areas version 5. Roma (Itália), 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationmap/>. Acesso em: 19 setembro. 2019.

IRRITEC. Catálogo de Filtros. Data de acesso: 30 de setembro 2019.

MANTOVANI, E. C. AVALIA: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada. Viçosa, MG: UFV, 2001.

MANTOVANI, E.C.; Bernardo, S.; Palaretti, L.F.2009 Irrigação: princípios e métodos. 3. ed., atual. e ampl. Viçosa, MG: UFV. 355 p.

MANTOVANI, E. C. Avalia: Programa de avaliação da irrigação por aspersão e localizada. Viçosa, MG: UFV, 2001

MERRIAM, J. L.; KELLER,J. Farm irrigation system evaluation: a guide for management. Logan: Utah State University, 271 p. 1978.

MIRANDA, E. P.; OLIVEIRA, E. F.; SILVA, J. L. B.; SILVA, M. G.; LAVOR, J. M. P.; GOMES, F. E. F. Eficiência de filtragem utilizando dois filtros artesanais de tela. Irriga, Botucatu, Edição Especial, p. 133-144, 2012. Acessado em 28 de setembro de 2019.

OLIVEIRA, C. F. Filtração de água com diferentes concentrações de argila e silte em filtros de disco para irrigação localizada. Tese (Doutorado). Piracicaba, 2010. 148 p.

OLIVEIRA, C. F. Perda de carga em filtros de tela e de discos utilizados na irrigação localizada. Dissertação (Mestrado). Piracicaba, 2005. 57 p.

OLIVEIRA, C. F.; FRIZZONE, J. A.; NETO, O. R. Recomendação de Equações para Determinação da Perda de Carga em Filtros de Tela. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.1, n.1, p.3-8, 2007.

OLIVEIRA, V. R. Pegada hídrica da banana nas principais regiões produtoras do Ceará. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

PERBONI, A.; FRIZZONE, J. A.; COELHO, R. D. LAVANHOLI, R.; SARETTA, EZEQUIEL. Sensibilidade de gotejadores à obstrução por partículas de areia. Irriga, Botucatu, v. 23, n. 2, p. 194-203, abril-junho, 2018. Acessado em 28 de setembro de 2019.

PINTO, M. F.; ALVES, D. G.; SARETTA, E.; CAMARGO, A. P.; BOTREL, T. A. Development of a filtration system with high-frequency flow reversal. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 20, n. 4, p. 295-301, abr. 2016. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662016000400295&lng=pt&nrm=iso>. acesso em 26 set. 2019.

RODRIGUES, LINEU N; DOMINGUES, F.D. ;CHRISTOFIDIS, D. . Agricultura irrigada e produção sustentável de alimento. In: Lineu Neiva Rodrigues; Antônio Félix Domingues. (Org.). Agricultura irrigada: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. 1ed.Fortaleza: INOVAGRI, 2017, v. 1, p. 21-108.

SANTOS, G. R.; SILVA, R. S. Os irrigantes do projeto Jaíba: da produção de subsistência à agricultura moderna. Cadernos do Desenvolvimento, v. 5, n.7, p. 349- 372, 2010.

TEIXEIRA, M. N. O sertão semiárido. Uma relação de sociedade e natureza numa dinâmica de organização social do espaço. Soc. Estado, Brasília, v. 31, n. 3, p. 769-797, Dez. 2016. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-69922016000300769&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 30 de setembro de 2019.

TESTEZLAF, R. Filtros de areia aplicados à irrigação localizada: teoria e prática. Eng. Agríc. 2008, vol.28, n.3, p.604-613. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162008000300020&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 30 de setembro de 2019.

CAPÍTULO II

CARTILHA - CONFECÇÃO DE FILTROS ARTESANAIS PARA IRRIGAÇÃO

INTRODUÇÃO

Os filtros de irrigação são parte integrante do sistema de irrigação, sendo em alguns casos o principal fator influenciador na vida útil do sistema de irrigação. Eles são importantes, devido à capacidade de remoção de sólidos suspensos totais, como materiais de origem inorgânica e orgânica, da água de irrigação. A remoção dos sólidos em suspensão na água prolongam a vida útil do sistema de irrigação e diminuem o custo com mão de obra no desentupimento dos emissores.

Com vista a diminuir custos, o produtor pesquisa preços de filtros convencionais de irrigação, que giram no mercado local de R\$ 1.050,00 para o filtro de discos, até R\$ 9.000,00 para o filtro de areia, e acabam por falta de conhecimento técnico optando por um filtro, muitas das vezes ineficiente para a necessidade, e com isso diminuindo a eficiência do sistema de irrigação e aumentando os custos com energia elétrica e mão de obra.

Hoje no mercado, são oferecidos diversos tipos de filtros, tais como filtros de areia, filtros de discos, filtros de tela, e ainda, de maneira discreta, existem os filtros alternativos. A utilização de filtros alternativos para a remoção de sólidos suspensos totais já tornou-se uma realidade que vêm sendo observada, utilizada e avaliada por alguns pesquisadores (RIBEIRO et al., 2004; NETO et al., 2011; CARMO et al., 2011; MIRANDA et al., 2012).

Os filtros alternativos foram construídos com a intenção de baratear custos ao produtor rural na hora da montagem de um sistema de irrigação. Nesse sentido, tem-se como objetivo instruir produtores rurais, estudantes e professores na montagem e instalação de filtros artesanais de baixos custos com a utilização de conexões de PVC, tela de aço e sombrite. Para tanto, este documento tem por objetivo apresentar de forma didática e simplificada os custos e o processo construtivo de filtros artesanais utilizados na irrigação localizada.

FILTRO ARTESANAL DE PVC DN 75 DE TELA DE AÇO 120 MESH

No Quadro 1 são apresentados a lista de materiais utilizados na confecção do filtro artesanal de cano PVC 75 mm com tela de aço 120 mesh (FAT75).

Quadro 1. Lista de materiais utilizados na confecção do filtro artesanal de cano PVC 75 mm com tela de aço 120 mesh (FAT75)

Quantidade	Descrição do item
2 und	Redução de 125 mm/100 mm
1 und	Tê 125mm/100mm
2 und	Ponta fêmea 75 mm tipo rosca
1 und	Ponta macho de 100 mm engate rápido
1 und	Ponta fêmea de 100 mm engate rápido
1 und	Redução 75 mm para 50 mm
1 und	Registro esfera soldável 50 mm
1 m	Cano PVC 125 mm PN 80
30 cm	Cano PVC 100 mm PN 80
2,15 m	Cano PVC 75 mm PN 80
10 cm	Cano PVC 50 mm PN 80
2 m	Tela de aço de 120 mesh com 20 cm de largura.
30 und	Rebite de repuxo de aço

CONSTRUÇÃO DO ELEMENTO FILTRANTE

Para confecção do elemento filtrante envolto com tela de aço 120 mesh para o filtro artesanal DN 75 (Figura 2) foi utilizada a seguinte sequência:

1º passo - Faça 288 furos de 25 mm de diâmetro de forma intercalada em um cano de 2 metros de comprimento, PVC de 75 mm, sendo oito linhas com 36 furos, e cada furo separado por 2 cm na mesma linha, e distância entre linhas de 0,75 cm (Use furadeira e serra copo de 25 mm, ou broca de 25 mm);

2º passo – Corte uma tira de cano PVC de 75 mm, de 1 cm de largura por dois metros de comprimento para prender a tela ao cano;

3º passo – Corte dois anéis de um cano PVC de 75 mm, com largura de 1 cm e corte do anel aproximadamente 0,5 cm para que esse anel caiba dentro do cano PVC de 75 mm;

4º passo – Com o uso da furadeira faça pequenos furos com a broca 1/16”, para colocar os rebites e prender a tela ao cano na parte interna;

5º passo – Ao final, posicione a tela dentro do cano de forma a sobrepor na posição onde serão colocados os rebites;

6º passo - Rebite todas as partes da tela ao cano colocando os anéis de apoio da tela e a tira de 2 m de apoio da tela.

MONTAGEM DO FILTRO

Para montagem do filtro artesanal DN 75 com elemento filtrante com tela de aço 120 mesh foi realizada a seguinte sequência:

1º passo – Reúna todos os materiais em local iluminado para facilitar o trabalho;

2º passo – Inicie soldando a ponta fêmea de 75 mm de rosca dentro da redução de 125 mm/100mm de forma a deixar a boca da ponta fêmea (borracha) para o lado de 125mm;

3º passo – Solde um cano de 75 cm de 125 mm na redução de 125mm/100mm, no qual foi soldado também a ponta fêmea;

4º passo – Solde um tê redução de 125mm/100mm na outra ponta do cano de 75 cm;

5º passo – Na outra ponta do tê redução de 125 mm, solde um uma redução de 125 mm para 100 mm, para isso use um cano PVC de 125 mm com 25 cm para ajudar na união das duas peças;

6º passo – Na redução de 125mm/100mm solde um cano de 30 cm de 100mm, e nesse cano solde uma ponta fêmea de 100 de engate rápido;

7º passo – Na redução de 125mm/100mm cole o engate rápido macho de 100 mm;

8º passo – Logo após, solde a outra ponta fêmea de 75 mm de rosca dentro da ponta macho de engate rápido de 100 mm, de forma que a boca da ponta fêmea fique voltada para dentro do engate rápido;

9º passo – Solde no fundo da ponta fêmea, uma redução de 75 mm para 50 mm, com auxílio de um pedaço de cano de 15 cm de 75 mm para auxiliar na união;

10º passo – Na redução de 75mm/50mm, solde um registro de gaveta de 50 mm para descarga e limpeza, com auxílio de um cano PVC 50 mm com 10 cm;

11º passo – Ao final, coloque o elemento filtrante de 75 mm dentro do corpo do filtro, e estará pronto para uso.

Atenção: Atente para que todas as partes fiquem justas o suficiente para que o elemento filtrante não fique solto dentro do corpo do filtro.

DETALHES DO SISTEMA DE FILTRAGEM

A seguir será apresentada na Figura 1 a representação da estrutura montada do Filtro FAT75; e a Figura 2 apresenta o detalhamento e a descrição do elemento filtrante do filtro artesanal DN 75 com tela de aço 120 mesh.



Figura 1. Filtro FAT75 com a representação da estrutura montada. Fonte: próprio autor.



Figura 2. Elemento filtrante do filtro artesanal DN 75 com tela de aço 120 mesh (FAT75). Fonte: Próprio autor.

FILTRO ARTESANAL DE PVC DN 60 DE TELA DE AÇO 120 MESH

No Quadro 2 são apresentados a lista de materiais utilizados na confecção do filtro artesanal de cano PVC 60 mm com tela de aço 120 mesh (FAT60).

Quadro 2. Lista de materiais utilizados na confecção do filtro artesanal de cano PVC 60 mm com tela de aço 120 mesh (FAT60)

Quantidade	Descrição do item
2 und	Redução de 100 mm/75 mm
1 und	Ponta fêmea 75 mm tipo rosca
1 und	Ponta macho 75 mm tipo rosca
2 m	Cano PVC 60 mm água
2 m	Cano PVC 100 mm PN40
40 cm	Cano PVC 75 mm PN40
30 und	Rebite de repuxo de aço
2 m	Tela de aço de 120 mesh com 20 cm de largura.
1 und	União soldável de 75 mm
2 und	Cap soldável de 60 mm

CONSTRUÇÃO DO ELEMENTO FILTRANTE

Para confecção do elemento filtrante envolto com tela de aço 120 mesh para o filtro artesanal DN 60 (Figura 4) foi utilizada a seguinte sequência:

1º passo – Faça 288 furos de 25 mm de diâmetro de forma intercalada em um cano de 2 metros de comprimento, PVC de 60 mm, sendo 6 linhas com 48 furos, e cara furo separado por 0,25 cm centímetros na mesma linha, e distância entre linhas de 0,25 cm (Use furadeira e serra copo de 25 mm, ou broca de 25 mm);

2º passo – Corte uma tira de cano PVC de 50 mm, de 1 cm de largura por 2 metros de comprimento para prender a tela ao cano;

3º passo – Corte dois anéis de um cano PVC de 60 mm, com largura de 1 cm e corte do anel aproximadamente 0,5 cm para que esse anel caiba ao redor do cano PVC de 60 mm e não sobreponha a linha de PVC de apoio;

4º passo – Com o uso da furadeira faça pequenos furos com a broca 1/16”, para colocar os rebites e prender a tela ao cano na parte interna;

5º passo – Pegue os caps de 60mm, e cole nas bordas do elemento filtrante, sendo que 1 dos caps, deve-se remover a saliência na borda; e o outro cap, deve-se remover o fundo de forma a ficar aberto;

6º passo – Ao final, posicione a tela dentro do cano de forma a sobrepor na posição onde serão colocados os rebites;

7º passo – Rebite todas as partes da tela ao cano colocando os anéis de apoio da tela e a tira de 2 m de apoio da tela.

MONTAGEM DO FILTRO

Para montagem do filtro artesanal DN 60 com elemento filtrante e envolto com tela de aço 120 mesh foi realizada a seguinte sequência:

1º passo – Reúna todos os materiais em local iluminado para facilitar o trabalho;

2º passo – Inicie soldando 2 metros de cano PVC 100 mm PN80 na redução de 100 mm/75mm;

3º passo – Solde a ponta fêmea de 75 mm na redução com auxílio de 15 cm de cano PVC 75 mm PN80;

4º passo – Solde a ponta macho de 75 mm, na união soldável de 75 mm;

5º passo – Coloque o elemento filtrante dentro do filtro, e estará pronto para uso.

DETALHES DO SISTEMA DE FILTRAGEM

A seguir será apresentado na Figura 3 a representação da estrutura montada do Filtro FAT60; e a Figura 4 apresenta o detalhamento e a descrição do elemento filtrante do filtro artesanal DN 60 com tela de aço 120 mesh.



Figura 3. Filtro FAT60 com a representação da estrutura montada. Fonte: próprio autor.



Figura 4. Elemento filtrante do filtro artesanal DN 60 envolto com tela de aço 120 mesh (FAT60). Fonte: Próprio autor.

FILTRO ARTESANAL DE PVC DN 60 DE TELA DE SOMBRITE

No Quadro 3 são apresentados a lista de materiais utilizados na confecção do filtro artesanal de cano PVC 60 mm com tela de sombrite 80% (FAS60).

Quadro 3. Lista de materiais utilizados na confecção do filtro artesanal de cano PVC 60 mm com tela de sombrite 80% (FAS60)

Quantidade	Descrição do item
2 m	Redução de 100 mm/75 mm
1 und	Ponta fêmea 75 mm tipo rosca
1 und	Ponta macho 75 mm tipo rosca
2 m	Cano PVC 60 mm água
2 m	Cano PVC 100 mm PN80
40 cm	Cano PVC 75 mm PN80
30 und	Rebite de repuxo de aço
2 m	Tela de sombrite 80% com 45 cm de largura.
1 und	União soldável de 75 mm

CONSTRUÇÃO DO ELEMENTO FILTRANTE

Para confecção do elemento filtrante envolto com tela sombrite 80% para o filtro artesanal DN 60 (Figura 6) foi utilizada a seguinte sequência:

1º passo - Faça 288 furos de 25 mm de diâmetro de forma intercalada em um cano de 2 metros de comprimento, PVC de 60 mm, sendo 6 linhas com 48 furos, e cara furo separado por 0,25 cm centímetros na mesma linha, e distância entre linhas de 0,25 cm (Use furadeira e serra copo de 25 mm, ou broca de 25 mm);

2º passo – Corte 1 tira de cano PVC de 50 mm, de 1 cm de largura por 2 metros de comprimento para prender a tela ao cano;

3º passo – Corte 2 anéis de um cano PVC de 60 mm, com largura de 1 cm e corte do anel aproximadamente 0,5 cm para que esse anel caiba ao redor do cano PVC de 60 mm e não sobreponha a linha de PVC de apoio;

4º passo – Com o uso da furadeira faça pequenos furos com a broca 1/16”, para colocar os rebites e prender a tela ao cano na parte interna;

5º passo – Ao final, posicione o sombrite ao redor do cano perfurado dando um total de 3 voltas, e rebite a tela de sombrite no cano;

6º passo – Pegue os caps de 60mm, e cole nas bordas do elemento filtrante, sendo que 1 dos caps, deve-se remover a saliência na borda; e o outro cap, deve-se remover o fundo de forma a ficar aberto;

7º passo - Rebite todas as partes da tela ao cano colocando os anéis de apoio da tela e a tira de 2 m de apoio da tela;

8º passo - Rebite todas as partes da tela ao cano colocando os anéis de apoio da tela e a tira de 2 m de apoio da tela.

MONTAGEM DO FILTRO

Para montagem do filtro artesanal DN 60 com elemento filtrante e envolto com tela sombrite 80% foi realizada a seguinte sequência:

1º passo - Reúna todos os materiais em local iluminado para facilitar o trabalho;

2º passo – Inicie soldando 2 metros de cano PVC 100 mm PN80 na redução de 100 mm/75mm;

3º passo – Solde a ponta fêmea de 75 mm na redução com auxílio de 15 cm de cano PVC 75 mm PN80;

4º passo – Solde a ponta macho de 75 mm, na união soldável de 75 mm;

5º passo – Coloque o elemento filtrante dentro do filtro, e estará pronto para uso.

DETALHES DO SISTEMA DE FILTRAGEM

A seguir será apresentado na Figura 5 a representação da estrutura montada do Filtro FAS60; e a Figura 6 apresenta o detalhamento e a descrição do elemento filtrante do filtro artesanal DN 60 com tela de sombrite 80%.



Figura 5. Filtro FAS60 com a representação da estrutura montada. Fonte: próprio autor.



Figura 6. Elemento filtrante do filtro artesanal DN 60 envolto com tela de sombrite 80% (FAS60). Fonte: Próprio autor.

CUSTO DE CONSTRUÇÃO DOS FILTROS ARTESANAIS

Analisando os Quadros 4, 5 e 6 podemos perceber que os custo de produção dos filtros artesanais FAT75 (R\$ 577,15) e FAT60 (R\$ 576,00), são aproximadamente o mesmo, já o de tela de sombrite FAS60 (R\$ 461,00) possui um menor custo. Essa diferença, pode ser explicada pelo alto valor da tela de aço em comparação com a de sombrite.

Quadro 4. Materiais utilizados na confecção do Filtro Artesanal FAT75 e os respectivos valores

Unidade	Descrição	Preço Und	Preço Total
2 und	Redução de 125 mm/100 mm	R\$ 26,00	R\$ 52,00
1 und	Tê 125mm/100mm	R\$ 150,00	R\$ 150,00
2 und	Ponta fêmea 75 mm tipo rosca	R\$ 20,00	R\$ 40,00
1 und	Ponta macho de 100 mm engate rápido	R\$ 42,00	R\$ 42,00
1 und	Ponta fêmea de 100 mm engate rápido	R\$ 22,00	R\$ 22,00
1 und	Redução 75 mm para 50 mm	R\$ 9,00	R\$ 9,00
1 und	Registro esfera soldável 50 mm	R\$ 23,00	R\$ 23,00
1 m	Cano PVC 125 mm PN 40	R\$ 36,00	R\$ 36,00
30 cm	Cano PVC 100 mm PN 40	R\$ 27,00	R\$ 8,10

2,15 m	Cano PVC 75 mm PN 80	R\$ 25,00	R\$ 53,75
10 cm	Cano PVC 50 mm PN 40	R\$ 13,00	R\$ 1,30
2 m	Tela de aço de 120 mesh com 20 cm de largura.	R\$ 72,50	R\$ 125,00
30 und	Rebite de repuxo de aço	R\$ 0,50	R\$ 15,00
		Total	R\$ 577,15

Quadro 5. Materiais utilizados na confecção do Filtro Artesanal FAT60 e os respectivos valores

Unidade	Descrição	Preço Und	Preço Total
2 und	Redução de 125 mm/100 mm	R\$ 26,00	R\$ 52,00
1 und	Ponta fêmea 75 mm tipo rosca	R\$ 20,00	R\$ 20,00
1 und	Ponta macho 75 mm tipo rosca	R\$ 20,00	R\$ 40,00
2 m	Cano PVC 60 mm Marrom	R\$ 50,00	R\$ 100,00
2 m	Cano PVC 100 mm PN 40	R\$ 27,00	R\$ 54,00
40 cm	Cano PVC 75 mm PN 80	R\$ 25,00	R\$ 10,00
2 und	Cap Soldável de 60 mm	R\$ 5,00	R\$ 10,00
1 und	União soldável de 75 mm	R\$ 150,00	R\$ 150,00
2 m	Tela de aço de 120 mesh com 20 cm de largura.	R\$ 72,50	R\$ 125,00
30 und	Rebite de repuxo de aço	R\$ 0,50	R\$ 15,00
		Total	R\$ 576,00

Quadro 6. Materiais utilizados na confecção do Filtro Artesanal FAS60 e os respectivos valores

Unidade	Descrição	Preço Und	Preço Total
2 und	Redução de 125 mm/100 mm	R\$ 26,00	R\$ 52,00
1 und	Ponta fêmea 75 mm tipo rosca	R\$ 20,00	R\$ 20,00
1 und	Ponta macho 75 mm tipo rosca	R\$ 20,00	R\$ 40,00
2 m	Cano PVC 60 mm Marrom	R\$ 50,00	R\$ 100,00
2 m	Cano PVC 100 mm PN 40	R\$ 27,00	R\$ 54,00
40 cm	Cano PVC 75 mm PN 80	R\$ 25,00	R\$ 10,00
2 und	Cap Soldável de 60 mm	R\$ 5,00	R\$ 10,00
1 und	União soldável de 75 mm	R\$ 150,00	R\$ 150,00
1 m	Tela de sombrite 80%.	R\$ 10,00	R\$ 10,00
30 und	Rebite de repuxo de aço	R\$ 0,50	R\$ 15,00
		Total	R\$ 461,00

O custo para aquisição de um filtro convencional de disco de 3” está em torno de R\$ 1.050,00 no mercado local, sendo que o custo médio dos filtros artesanais fica em torno de R\$ 538,05. Assim, é viável economicamente a aquisição dos filtros artesanais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os filtros de irrigação artesanais estudados se mostraram eficientes no que diz respeito à perda de carga e a retenção de sólidos suspensos na água de irrigação, e ainda possuem baixo custo de construção, sendo recomendados para sistemas de irrigação localizada.

Hoje em dia, o uso de filtros artesanais por produtores rurais em perímetros irrigados está em constante crescimento, principalmente no perímetro irrigado do Jaíba. Hoje, a principal casa de irrigação dentro do perímetro do Jaíba não mais oferece os filtros convencionais a pronta entrega, tendo optado pelo oferecimento de filtros artesanais em PVC, sendo oferecido para vários portes de sistema de irrigação devido à maior procura.

Os produtores rurais que mais utilizam esse tipo de filtro, são aqueles que trabalham com fruticultura, sendo as culturas de limão, banana, mamão e manga as principais culturas cultivadas por esses. Os filtros são indicados para sistemas de irrigação localizada, sendo a micro-aspersão e a aspersão convencional as principais. Tem-se ainda, a opção de se trabalhar com o sistema de filtragem com filtros artesanais em sistemas de irrigação por gotejamento, sendo que para esse caso, tem-se a necessidade de utilizar uma malha de 200 mesh e vazões menores, para que se tenha uma maior eficiência de filtragem e menor grau de entupimento entre os gotejadores.

Relato de produtores rurais de perímetros irrigados citam que os sistemas tem diminuído a frequência de limpezas dos elementos filtrantes dos sistemas de filtragem, e ainda diminuído o número de emissores entupidos.

Diante dos fatos expostos, tem-se a necessidade de expandir o conhecimento sobre essa tecnologia, principalmente na região semiárida, onde a agricultura irrigada tem crescido muito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARMO, F. F.; LIMA, L. D. P.; MIRANDA, E. P.; SILVA, M. G.; LEDO, E. R. F. Eficiência de remoção de sólidos suspensos utilizando filtros com elemento filtrante alternativo. In: X ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA - X ENICIT, X ENCONTRO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – X ENPPG & V

SIMPÓSIO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA – V SIMPIT, Maracanaú-CE. Anais... Maracanaú-CE, 2011.

MIRANDA, E. P.; OLIVEIRA, E. F.; SILVA, J. L. B.; SILVA, M. G.; LAVOR, J. M. P.; GOMES, F. E. F. Eficiência de filtragem utilizando dois filtros artesanais de tela. Irriga, Botucatu, Edição Especial, p. 133-144, 2012.

NETO, V. S. C.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; DOLL, M. M. R.; BRANDÃO, D. Retenção da carga orgânica e de cations em filtros operando com águas residuárias da suinocultura. Revista Irriga, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 134-144, abril-junho, 2011.

RIBEIRO, T. A. P.; PATERNIANI, J. E. S.; AIROLDI, R. P. S.; SILVA, M. J. M. O efeito da qualidade da água no entupimento de emissores e no desempenho de filtros utilizados na irrigação por gotejamento. Revista Irriga, Botucatu, v. 9, n. 2, p 136-149, maio-agosto, 2004.