

FILTRO E DISPOSITIVO DE DESCARTE DE ÁGUA DA CHUVA DE BAIXO CUSTO PARA GRANDES VAZÕES

LEONARDO HEITOR RICHA NOGUEIRA¹

¹MSc em Eng. Ambiental, Pesquisador FAPERJ e consultor, Rio de Janeiro-RJ, nnengenharia@poli.ufrj.br;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: Os filtros comerciais e dispositivo de descarte das primeiras águas, para grandes vazões (> 650 l/min) e telhados (250 a 2000 m²), têm preços elevados, sendo um limitante ao aproveitamento da água da chuva no Brasil. O presente trabalho objetivou definir um sistema de filtro e descarte de baixo custo e alta vazão. Através de pesquisa exploratória foram levantados os filtros comerciais e seus preços, os materiais a serem empregados e as perdas de carga nos meios filtrantes. Já as pesquisas bibliográficas identificaram os filtros de baixo custo, as normas brasileiras e literatura afetas ao aproveitamento da chuva, às intensidades pluviométricas, aos cálculos das vazões, aos dimensionamentos hidráulicos e ao tamanho dos particulados que definirão da abertura da tela do filtro. Os resultados conduziram a filtro e dispositivo de descarte feitos de tubos, conexões e válvula de PVC, por ser material leve, de fácil corte, solda, rosca, vedação e montagem, de baixo custo, fácil disponibilidade para compra e obtenção de mão de obra qualificada. A conclusão foi que o filtro de baixo custo poderá ser cerca de 90% mais barato que os filtros comerciais para grandes vazões.

PALAVRAS-CHAVE: Aproveitamento da chuva, filtro de água da chuva, dispositivo para descarte das primeiras águas, baixo custo.

LOW COST RAIN WATER FILTER AND DISPOSAL DEVICE FOR LARGE FLOWS

SUMMARY: The commercial filters and first flush devices, for large flows (> 650 l / min) and roofs (250 to 2000 m²), have high prices, being a limitation on rainwater harvesting in Brazil. The present work aimed to define a low cost and high flow filter and first flush device system. Through exploratory research, commercial filters and their prices, the materials to be used and the pressure losses in the filter media were raised. Bibliographic research, on the other hand, identified low-cost filters, brazilian standards and literature related to rainwater harvesting, rainfall intensity, flow calculations, hydraulic calculation and particulates sizes that will define the filter screen opening. The results led to a filter and disposal device made of PVC pipes, connections and valve, as it is a lightweight material, easy to cut, weld, thread, seal and assemble, low cost, easy purchase availability and manpower obtaining. The conclusion was that the low cost filter could be about 90% cheaper than commercial filters for large flow rates.

KEYWORDS: Rainwater harvesting, rainwater filter, first flush disposal device, low cost.

INTRODUÇÃO

Em outubro de 2019 o presente Projeto foi selecionado pela Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, por meio do Edital FAPERJ N° 06/2019 - Programa "Apoio à Inserção de Pesquisadores em Empresas - 2019", para a "elaboração de protótipo de filtro de resíduo sólido e separador de primeiras águas captadas da chuva para área de contribuição acima de 250 m² e 650 l/min. Este trabalho apresenta a etapa de estudo de viabilidade, onde foram estabelecidas as áreas de cobertura a serem atendidas, as intensidades das chuvas, suas vazões, os materiais econômicos e a comparação com outros filtros.

Não foram contempladas as etapas de pesquisa experimental, de construção e teste do protótipo, análise dos dados gerados, correções e aperfeiçoamentos. Serão realizadas futuramente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na introdução vimos que projeto de pesquisa estabeleceu área mínima de 250 m². Esse será o módulo padrão de cobertura. Por exemplo, um telhado de 2000 m² seria composto por oito módulos. Foram utilizadas as intensidades pluviométricas para as 98 localidades brasileiras, no tempo de concentração (t) de 5 minutos da tabela 5 da NBR 10.844 (ABNT, 1989), para o tempo de recorrência (TR) de 25 anos, recomendado pela NBR 15.527 (ABNT, 2019). Chegou-se à média de 191mm/h; média menos desvio padrão de 145mm/h; média mais desvio padrão de 240mm/h; mediana de 180mm/h. Utilizando a NBR 10.844 (ABNT, 1989), a área de 250m² e essas intensidades, foram calculadas as vazões média de 796 l/min; média menos o desvio padrão de 604 l/min; média mais o desvio padrão de 1000 l/min; mediana de 750 l/min. Foram adotados o mínimo de 750 l/min e máximo de 1000 l/min.

A pesquisa no mercado brasileiro dos filtros para essas vazões resultou na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1 – Filtros, vazões, aberturas de telas e valores

EMPRESA	FILTRO	VAZÃO (l/min)	ABERTURA DA TELA (mm)	VALOR (R\$) ⁽¹⁾
Harvesting	Optimax	960	0,35	não informado pela empresa
Acquasave	VF12	780	0,39 x 0,98	12.178,00 ⁽²⁾
Auxtrat	FP-10	947	0,28	6.346,95
	FP-12	1383		6.828,70
	FPH-8	1086		6.692,00
	FPH-10	1894		8.108,90
	FPH-12	2767		11.715,10
Ecoracional	ECO1000	2820	0,61	6.459,00
	ECO2000	5640		8.351,00

Fonte: Autor, JAN 2020

Notas: ⁽¹⁾ filtro entregue no Rio de Janeiro – RJ, ou seja, incluindo o frete

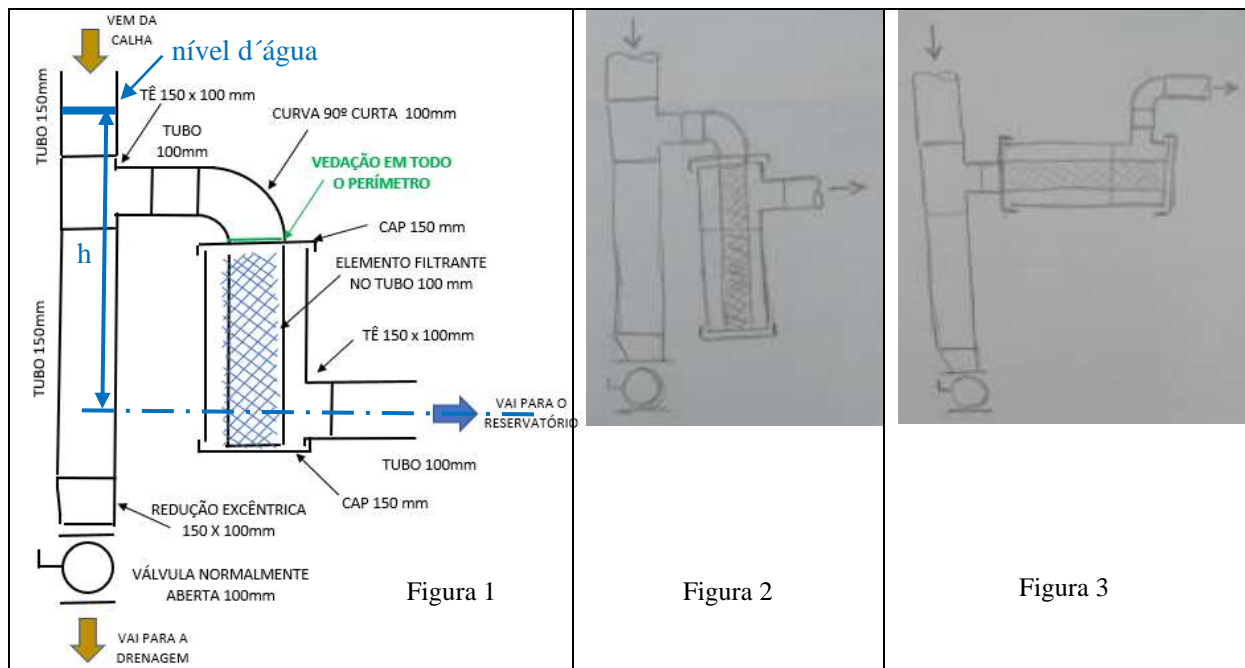
⁽²⁾ para retirar na Acquasave, em Florianópolis – SC. Não foi informado o valor do frete.

Foram consultados quinze buscadores acadêmicos, tais como *Scielo*, *Springer Link* e outros. Entretanto, a procura por filtros de água da chuva de baixo custo, utilizando “*low cost rainwater harvesting filter*”, resultou infrutífera. Durante essas pesquisas foram encontradas muitas patentes de filtros de água da chuva, não utilizadas em respeito à propriedade intelectual e ao direito autoral. Restou buscar modelos de filtros em textos, figuras e vídeos de domínio público, do tipo “faça você mesmo” ou “*do it yourself (DIY)*”, fartamente encontrados na internet.

O modelo de filtro selecionado, feito em PCV, foi do vídeo intitulado *DIY - Rain Water Harvest Filter - Part 1* (Kannan, 2019). Na adequação desse filtro, aos tubos e conexões de PVC do mercado brasileiro, foi empregada a série normal da linha predial de esgotos sanitários, conforme NBR 5.688 (ABNT, 2018) e NBR 8.160 (ABNT, 1999), dos catálogos Tigre e Amanco. O filtro selecionado foi adaptado a essas condições, resultado nos arranjos das Figuras 1, 2 e 3, a seguir.

Foi considerada a vazão de 1000 l/min para determinar a altura d’água “h”, da Figura 1. Primeiramente foi procedido o cálculo das perdas de carga no filtro, conexões e tubos, de acordo com as “perdas de carga localizadas em canalizações - expressão geral das perdas localizadas”, capítulo 16 e item 16.3 das páginas 216 a 230 do Manual de Hidráulica (Azevedo Netto, 1975), resultando em 0,75 m.c.a.

Figuras 1, 2 e 3 – Possíveis arranjos do filtro e do descarte das primeiras águas da chuva



Em seguida foram calculadas das perdas de carga na tubulação de saída do filtro, como “tubos curtos sujeitos a descarga livre - natureza do problema - processo expedito do cálculo da vazão”, conforme o capítulo 8, itens 8.1 e 8,8, das páginas 72 a 78 do Manual de Hidráulica (Azevedo Netto, 1975), resultando em 0,995 m.c.a.

Finalmente, utilizando a fórmula para o cálculo da perda de carga localizada nas telas de malha quadrada (Heller, 2006), com abertura de 1 mm, foi obtido $k = 0,159$ e a perda de 0,039 m.c.a.

Como resultado, para a vazão de 1000 l/min a perda de carga total na tela do filtro, conexões e tubos de entrada e saída, resultou em $h = 0,039 + 0,75 + 0,995 = 1,784$ m.c.a., o que é aceitável, pois poderemos ter pelo menos 2 m desde a calha até o eixo do TÊ de saída do filtro e visto que a tubulação vertical terá no mínimo 3 m (pé direito) desde a calha até a válvula de drenagem.

Esse cálculo considerou filtro e elemento filtrante como nas Figuras 4 e 5 e descrição seguir.

Figuras 4 e 5 - Filtro em tubo de PVC diâmetro 100 mm, envolto em tela com abertura de 1mm

		<p>Corpo do filtro em tubo de PVC de 100mm, conforme a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3 partes do tubo permanecem (não são cortadas), com 3cm de largura cada uma; - 3 aberturas (recortes) no tubo, com 7cm de largura e 30 cm de altura cada uma; <p>Tela mosquiteiro, de poliéster (ou aço inox), com 1mm de abertura de malha, envolvendo o corpo do filtro (ver Nota)</p>
--	--	--

Nota: Segundo Tomaz (2007), as chuvas com duração de dez minutos, após três dias de estiagem, carregam partículas de 10 a 240 μm e em média de 90% das partículas têm menos que 60 μm (0,06 mm). Portanto, essas partículas irão passar, seja qual for a abertura da tela dos filtros comerciais das Tabelas 1 ou 2, não justificando encarecer o filtro com telas de malhas menores. Assim, foi adotada tela tipo mosquiteiro com abertura de 1 mm.

Para avaliar se a perda de carga de 0,039 m.c.a no filtro é compatível, foram pesquisadas as perdas de carga nos filtros similares. Entretanto, só foram encontrados filtros comerciais para pressões muito superiores e com aberturas de tela inferiores. O resultado dessa pesquisa está na Tabela 2.

Tabela 2 – Resumo das perdas de carga no filtro do Projeto e nos filtros comerciais similares

Filtro	Perda (m.c.a) para a vazão de 1000L/min	Abertura da tela (mm)	Pressão de serviço (m.c.a)
do Projeto	aprox. 0,04	1,000	aproximada 1,80
Hidro Solo FT 80	0,72	0,354	máxima 150
Hidro Solo FT 50	1,90	0,354	máxima 150
Iavanti FA 20	1,20	0,125	máxima 140
Plasnova LAMA	4,00	0,149	máxima 80

Fonte: Autor, MAI 2020

Nota: Os catálogos dos filtros da Tabela 1 não apresentam informações sobre perdas de carga

Quanto ao dispositivo de descarte das primeiras águas, a solução apresentada na Figura 1 previu uma válvula de PVC de 100 mm, normalmente aberta.

Para telhados de 250 m², como a NBR 15.527 (ABNT, 2019) recomenda o descarte os primeiros de 2 mm da chuva, será necessário descartar 500 litros da chuva inicial.

Decorrido o tempo necessário para descarte desse volume, a válvula de drenagem terá que ser fechada, manualmente, por um operador. A água subirá pela tubulação, verterá pelo TÊ e a vazão passará a ser direcionada para o filtro.

Esse tempo será função da vazão a ser calculada para o local onde o sistema será instalado, selecionado dentre as 98 cidades brasileiras, com base na intensidade pluviométrica da tabela 5 da NBR 10.844 (ABNT, 1989), considerando TR = 1 ano e t = 5 minutos. A vazão assim encontrada (litros por minuto), dividida por 500 litros (volume a ser descartado), resultará no tempo após o qual o operador deverá fechar a válvula de drenagem. Finda a chuva, a válvula de drenagem deverá ser novamente aberta, manualmente. O tempo calculado poderá ser ajustado experimentalmente, depois do sistema de instalado no local.

Uma alternativa seria colocar caixa d'água de 500 litros no lugar da válvula. Assim, o descarte será preciso, por volume. Nesse caso, a caixa de 500 litros terá um orifício de dreno no fundo, que promoverá seu esvaziamento automático ao fim da chuva. Entretanto, essa solução aumenta a perda do volume aproveitável de água da chuva e a perda será tanto maior quanto maior for a altura de água no tubo vertical que vem da calha e quanto maior for o orifício (diâmetro o suficiente para não entupir).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O custo do filtro incluirá os materiais da Figura 1 e a mão de obra. Os valores dos tubos e conexões de PVC linha esgoto predial são os da página internet da Leroy Merlin do Rio de Janeiro.

- 2 TÊs de 150 x 100 mm, 2 x R\$ 56,90 (Tigre) = R\$ 113,80
- 1 curva 90° curta de 100 mm (Tigre) = R\$ 22,90
- 2 CAPs de 150 mm, 2 x R\$ 49,90 (Tigre) = R\$ 99,80
- 1 tubo de 100 mm, com 6 m (Aquafort) = R\$ 44,99
- 1 tubo de 150 mm com 6 m (Equation) = R\$ 172,90
- 1 tela mosquiteiro em poliéster (Nota), malha de 1mm e 3 m x 1m = R\$ 41,90
- 1 pacote com 100 abraçadeiras flexíveis 2,5 x 100 mm da Sforplast = R\$ 5,49
- Sub-total dos materiais para o filtro = R\$ 501,78
- valor da mão de obra = 8h x R\$ 21,43/h (Sco-Rio, 2020) = R\$ 171,44
- Total dos materiais e mão-de-obra para o filtro = R\$ 673,22

Nota: Se for usada a tela mosquiteiro em aço inoxidável 304, com 1m x 1m, malha de 1,04mm e fios 0,23mm, o preço da tela passará para R\$ 89 + R\$ 50 de frete de MG para o RJ = R\$ 139,00, conforme página internet do Mercado Livre, consultada dia 17 de maio de 2020.

Alguns dos valores dos materiais estão superestimados, pois para um único filtro não serão necessários tubos com 6 m, nem toda a tela de 3 m x 1 m. Por outro lado, seria necessário incluir o valor dos anéis de borracha e adesivo, para as junções dos tubos e conexões.

A título de informação, visto não ser incluído no comparativo de preços dos filtros, o valor do dispositivo de descarte das primeiras águas contemplará a válvula de drenagem de PVC de 100 mm, a R\$ 277 e frete grátis para o Rio. Já a caixa d'água de 500 litros custa R\$ 225 e seu frete para o Rio de Janeiro R\$ 211, totalizando R\$ 436,00. Além do de uma redução excêntrica de 150 x 100 mm, que antecede a válvula, a R\$ 27,90.

CONCLUSÃO

O filtro aqui contemplado custará apenas 11% do valor do filtro comercial mais barato (R\$6.346,95) da Tabela 1, atendendo ao objetivo de ser uma solução de menor custo. Foi dimensionado para até 1000 l/min, cumprindo também o objetivo de atendimento às grandes vazões.

Cabe informar que o protótipo do filtro ainda será construído e testado, para as vazões de projeto de até 1000 l/min. Entretanto, mesmo que o filtro tenha que ser aumentado e seu custo dobre, continuará com valor significativamente inferior aos dos filtros comerciais do mercado brasileiro.

As soluções para o descarte das primeiras águas das chuvas foram as de menor custo possível.

AGRADECIMENTOS

À FAPERJ pela concessão de bolsa de pesquisa. À empresa Intrus Eco Engenharia, selecionada através do Edital FAPERJ, por delegar ao autor a elaboração do projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 5.688/2018. Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação - Requisitos.
- ABNT. NBR 8.160/1999. Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução
- ABNT. NBR 10.844/1989. Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento.
- ABNT. NBR 15.527/2019. Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - Requisitos
- Azevedo Netto, J.M; Alvarez, G.A. Manual de Hidráulica, Volume I, 6ª Edição, São Paulo – SP. 1975.
- Heller, L. e Pádua, V.L. Abastecimento de Água para Consumo Humano, volume 1, 1ª edição, Belo Horizonte - MG, 2006. 368 p.
- Kannan G. Vídeo *DIY - Rain Water Harvest Filter - Part 1 - GUNAs LenSpeaks*, inserido no YouTube 11 JUL 2019, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=1KKJIMs_OsA. Acesso em: 13 de abril de 2020.
- Leroy Merlin. Rio de Janeiro. Página internet. Disponível em https://www.leroymerlin.com.br/?region=rio_de_janeiro&gclid=EAIaIQobChMI09T52MC76QIVFAWRCh2WdQ15EAAYASAAEgJeo_D_BwE e em https://www.leroymerlin.com.br/abracadeira-flexivel-2,5x100-preta-com-100-unidades-sforplast_89596850. Acesso em: 17 de maio de 2020.
- Mercado Livre. Página internet. Disponível em https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-838079041-tela-mosquiteiro-aco-inoxidavel-304-_JM?quantity=1#position=1&type=item&tracking_id=8c6e5bf7-ec9c-44ea-a8d8-933deb13f72c. Acesso em: 17 de maio de 2020.
- Sistema de Custos para Obras e Serviços de Engenharia SCO-RIO. Composição do item de serviço Bombeiro Hidráulico (inclusive encargos sociais). Disponível em <http://www2.rio.rj.gov.br/sco/composicaosco.cfm?item=1SC10050250%2F202004>. Acesso em: 17 de maio de 2020.
- Tomaz, P. Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis - Diretrizes Básicas para um Projeto. In: 6º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água da Chuva, Belo Horizonte - MG, de 09 a 12 de julho de 2007. Disponível em: <http://www.saaegarulhos.sp.gov.br:8081/Download/ABNT%20SAAE%20Overview%2001-%C3%81gua%20de%20chuva%20%20245%20slides%20novo.pdf>. Acesso em: 13 de abril de 2020.