

## **DESENVOLVIMENTO DE UM FILTRO PARA REUSO DE ÁGUA DE CHUVA ATRAVÉS DE UM PROJETO DE PESQUISA APLICADO À ENGENHARIA CIVIL**

### **DEVELOPMENT OF A FILTER FOR RAINWATER REUSE THROUGH A RESEARCH PROJECT APPLIED TO CIVIL ENGINEERING**

**Larisson Piccinin<sup>1</sup>; Lucas Tadeu Pereira da Silva<sup>1</sup>; Francine de Mendonça Fábrega<sup>1</sup>; Fernanda Nabão<sup>1</sup>; Karen Christina de Freitas<sup>1</sup>; Gustavo Queiroz Gomes<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Centro Universitário Max Planck. Indaiatuba, SP.

#### **RESUMO:**

O termo água de reuso passou a ser utilizado com maior frequência na década de 1980, quando as águas de abastecimento foram se tornando cada vez mais caras, onerando o produto final quando usadas no processo de fabricação. O reuso que a alguns anos atrás foi aceito como uma opção exótica, contemporaneamente, é uma alternativa que não deve ser ignorada. Este trabalho tem como objetivo apresentar um projeto de pesquisa para viabilizar o reuso de água de chuva, para fins domésticos, embasando a prática com apelo sustentável e perspicaz, para o melhor proveito, conseqüentemente gerar economia para o consumidor. Para isso, fora desenvolvido um filtro, separado em dois módulos, onde, o primeiro é utilizado para realizar uma filtragem grosseira e o segundo para a execução de uma filtragem com maior efetividade. Após a filtragem foram realizadas análises laboratoriais que comprovaram a efetividade do filtro para o fornecimento de água de reuso.

**Palavras chave:** Filtro; Reuso; Água de Chuva; Pesquisa; Desenvolvimento.

#### **ABSTRACT:**

The term reuse water started to be used more frequently in the 1980s, when the supply water became more and more expensive, burdening the final product when used in the manufacturing process. The reuse that a few years ago was accepted as an exotic option, at the same time, is an alternative that should not be ignored. This work aims to present a research project to enable the reuse of rainwater for domestic purposes, supporting the practice with sustainable and insightful appeal, for the best benefit, consequently generating savings for the consumer. For this, a filter had been developed, separated into two modules, where the first is used to perform coarse filtering and the second to perform

a more effective filtering. After filtering, laboratory analyzes were carried out to prove the effectiveness of the filter for supplying reused water.

Keywords: Filter; Reuse; Rain water; Search; Development.

## **1. INTRODUÇÃO**

É sabido que o nível fluvial tem sido decrescente e compreendendo assim a importância da reutilização como algo de válida inestimável, tendo fundamentos em níveis urbanos, industriais e rurais. Com o avanço tecnológico e conseqüentemente as questões referidas ao aumento da poluição, interfere de uma forma negativa, uma vez que a população não possui a devida consciência sustentável, agredindo ao meio ambiente, levando a um ciclo vicioso de desgaste e óbice no meio ambiente.

Com base nos estudos de Philippi (2002), o termo água de reuso passou a ser utilizado com maior frequência na década de 1980, quando as águas de abastecimento foram se tornando cada vez mais caras, onerando o produto final quando usadas no processo de fabricação. O reuso que a alguns anos atrás foi aceito como uma opção exótica, contemporaneamente, é uma alternativa que não deve ser ignorada.

Segundo Silva e Santana (2014), a água é uma fonte esgotável, na qual a população tem insistido em fazer o uso de forma inadequada e negligente, onde estudos comprovaram que se continuar com esse uso de forma desordenada, em um futuro próximo chegara as conseqüências desastrosas, portanto, com base em análises e pesquisas, tem sido desenvolvido variadas maneiras de reciclar e fazer a reutilização desta água, no qual, precisa ser implantada o quanto antes, para desta forma contribuir para o desenvolvimento sustentável.

Dessa forma, um protótipo de um filtro que possibilite que a água da chuva atenda aos padrões para água de reuso foi desenvolvido no contexto da disciplina Projeto de Pesquisa aplicada ao 8º semestre do curso de engenharia civil do Centro Universitário Max Plank. O benefício em relação ao filtro para reuso de água de chuva, é promover de forma justificável e perspicaz a qualidade de vida da população, trazendo consigo o parâmetro lógico para a homeostase ambiental.

Este trabalho tem como objetivo é apresentar um projeto de pesquisa para viabilizar o reuso de água de chuva, para fins domésticos, embasando a prática com apelo sustentável e perspicaz, para o melhor proveito, conseqüentemente gerar economia para o

consumidor. Para isso, fora desenvolvido um método, separado em dois módulos, onde, o primeiro será designado para a filtragem grosseira, sendo assim, o segundo é para a execução de uma filtragem com maior efetividade.

## **2. METODOLOGIA**

Visando a elaboração de um protótipo do filtro para reuso de água de chuva em dois módulos para uma abordagem concreta do tema em questão, sendo estes em tamanho real, porém, sem aplicação, baseando a modelagem dos mesmos, obtendo assim uma visão concisa e clara desta primeira versão. Esse filtro tem sua utilidade, sendo a filtragem de água decorrente da chuva, tornando-a potável para novas formas de uso, como exemplo irrigação de hortas. Na elaboração do referido protótipo foram utilizados os seguintes materiais:

- 1 metro de tubo de 75 milímetros linha de esgoto;
- 1 joelho 75 mm linha esgoto;
- 1 adesivo pvc 75 gramas;
- 1 durepox 100 gramas;
- 1 trincha;
- 1 esmalte sintético 225 ml;
- 1 folha de lixa de massa 60 (vermelha);
- 1 folha de lixa de massa 120 (vermelha);
- 1 arco de serra manual;
- 1 metro de tela mosquiteiro com proteção uv;
- 1 toalha de rosto de tecido;
- 4 embalagens plásticas;
- 4 tábuas com altura de 8,5 cm e aproximadamente 25cm de comprimento;
- 4 parafusos de rosca soberba fino;
- 1 lima ou grossa;
- 1 martelo;
- 10 cm de elástico de roupa;
- 1 garrafa plástica de 5 litros;
- 1 filtro de café;
- 500 gr de carvão ativado;

- 500 gr de areia (duas granulometrias diferentes);
- 500 gr (cada) cascalho de rio número II e IV.

### 3. DESENVOLVIMENTO

O protótipo desenvolvido neste trabalho foi elaborado em dois módulos sendo, o primeiro destinada a filtragem grosseira e o segundo a uma filtragem efetiva, ou seja, melhorar as características físico-químicas da água, para viabilizar o reuso, para fins domésticos, embasando a prática com apelo sustentável e perspicaz, para o melhor proveito, consequentemente gerar economia para o consumidor.

- Filtro I – Filtragem Grosseira

Com o arco de serra, cortar a bolsa do joelho de 75 mm para servir de guia para um corte perfeitamente reto. Passar a guia no tubo de 75 mm na medida de 19 cm e com o lápis, realizar uma linha em toda o perímetro do tubo, para quando for cortar, ter uma referência, assim, o corte sair o mais reto possível. Com as tábuas, fazer um molde, uma madeira servirá de base, enquanto as duas outras serão fixadas na perpendicular com a base, distantes 7,5 cm (medida interna) uma da outra, para fixá-las, utilizar dois parafusos em cada madeira na base. Após concluir o molde, fazer um corte de 45 graus com a serrinha.

Pegar um dos pedaços do tubo cortado com 19 cm e fazer dois cortes de 45 graus utilizando o molde construído, o primeiro corte com 3,5 cm e o segundo com 7,5 cm, assim, terá um pedaço de tubo cortado em 45 graus na ponta e dois retalhos que serão utilizados nos próximos passos. Pegue o outro pedaço de tubo de 19 cm cortado inicialmente, nele será feito 1 bolsa em cada extremidade com o auxílio de fogo. Para realizar a bolsa, pegue o restante que sobrou do tubo, preencha com a toalha de modo que fique bem justo e envolva a ponta com as 2 embalagens plásticas, no pedaço do tubo de 19 cm que não foi utilizado ainda, lixe bem as pontas e faça um risco de lápis com ajuda da guia a 10 cm de umas das extremidades, depois aqueça esta ponta na boca de um fogão, o tubo deve estar sempre girando e a pelo menos 12 cm do fogo, certifique que os 10 cm que marcou está mole, tocando-o rapidamente, se estiver, pegue rapidamente o tudo envolvido com as embalagens plásticas e encaixe-o por dentro do tubo aquecido exatamente nos 10 cm que marcou anteriormente, gire-os para que fique mais uniforme e quando estiver existindo resistência para girar, puxe os tubos para desencaixá-los. Na outra extremidade do tubo de 19 cm faça o mesmo procedimento, mas agora a bolsa será de 4,5 cm de profundidade, assim, terá um tudo de 19 cm com uma bolsa de 10 cm em

uma ponta e outra bolsa de 4,5 cm na outra ponta. Agora, para a saída de sujeiras grosseiras, utilize o mesmo tudo que fizeste as bolsas e no lado de 10 cm, desenha-se um triângulo 2 cm superior a extremidade, esta forma geométrica deve ter 3,5 cm de altura e de base 7 cm, desenhe o mesmo como se estivesse fazendo uma seta indicando para baixo, onde desenhou, corte com a serrinha de mão, retirando por inteiro a peça desenhada, pois esta será usada posteriormente.

Em seguida, arredonde com a lima ou grosa, a parte de baixo deste triângulo no tubo, formando assim, não mais um cume e sim uma parábola. A seguir, fará um gotejador para onde foi feito a boca triangular, para isso, use o pedaço de tubo proveniente do segundo corte em 45 graus do outro pedaço feito no molde de madeira, encontre na peça o lugar onde de um dos lados começa a reduzir sua largura, ao encontra, trace uma reta cruzando a largura do mesmo, depois, risque outra linha para formar um triângulo, com a serrinha, cortar no ultimo risco, formará uma ponta e com uma lixa arredondar esta ponta, fazer isto no dois lados da peça, formando uma tira parabolóide com as extremidades arredondadas. Com a lixa, tente moldar com a maior precisão possível, o contorno para o bico que fora feito na parte da bolsa no tubo de 19 cm, ao chegar num molde satisfatório, colar com adesivo PVC e ao secar, reforçar com Durepox tanto em cima quanto na parte de baixo de onde usou o adesivo para fixar o gotejador que acabara de ser instalado. Próximo passo é fazer a lombada interna, que servirá para empurrar a chuva para o centro da tela, aproveitando melhor toda a água.

Para isso, o triângulo retirado da boca, será arredondado em formato de “meia-lua” e colado com adesivo PVC na parte interna do tubo com as bolsas, pouco acima da boca, de maneira que a meia lua encaixe da melhor forma possível na parte côncava do tubo, reforçar com Durepox e preencher todo o vazio em baixo desta lombada, pois a mesma receberá bastante impacto do volume das chuvas. Seguindo, posicione a tela mosquiteiro no tubo cortado 45 graus cobrindo todo o tubo, coloque o tubo de cima que está com a bolsa tomando cuidado com o alinhamento de ambos, depois, posicione acima de tudo uma madeira na horizontal e com o martelo bata suavemente, fazendo que os dois tubos se encaixe e ao mesmo tempo a tela vai sendo esticada, martele cuidadosamente até a borda do tubo de baixo se alinhe com a parte inferior da boca do tubo superior. Com o estilete, corte a sobra da tela ao redor do tubo inferior. Finalmente, pinte com a tinta esmalte sintético toda a superfície com a trincha (pincel) e lembrando, a tinta não servirá

apenas para ficar com maior beleza, mas principalmente para proteção do tubo de PVC contra os raios UV (ultravioleta) e intempéries.

Figura 1 – Filtro I para filtragem grosseira.



Fonte: os autores.

- Filtro II – Filtragem Efetiva

Com o estilete, corte o fundo da garrafa plástica com cerca de 3 centímetros. Coloque o Filtro de Café sobre a “boca” da garrafa (parte inversa ao que fora cortado) e prenda com o Elástico de Roupa de forma com quem fique firme.

Posicione a garrafa de modo que o filtro de café esteja posicionado para baixo. Em seguida, adicione a tela mosquiteiro, preencha aproximadamente um terço (1/3) da garrafa com o carvão ativado, após esse procedimento, adicione outra camada da tela mosquiteiro. No próximo um terço (1/3) da garrafa, reparta igualmente os espaços para acomodar uma camada de areia de granulometria fina, uma camada de tela, uma camada de areia com granulometria grossa e uma camada de tela mosquiteiro.

Por fim, no último terço da garrafa, adicione uma camada com cascalho de rio número II, seguida por uma última camada contendo cascalho de rio número IV.

Figura 2 – Filtro II para filtragem efetiva.



Fonte: os autores.

Carvões ativados são empregados industrialmente para o tratamento de águas, efluentes líquidos e gases de exaustão. Diversos materiais carbonáceos podem ser utilizados na produção de carvão ativado. (JOSÉ, J. et.al. 2003)

Vários fatores influenciam a eficácia do carvão ativado. O tamanho e a distribuição dos poros variam dependendo da fonte do carbono e do processo de fabricação. Grandes moléculas orgânicas são absorvidas melhor do que as pequenas. A adsorção tende a aumentar à medida que o pH e a temperatura diminuem. Os contaminantes também são removidos de forma mais eficaz se estiverem em contato com o carvão ativado por mais tempo, assim a taxa de fluxo através do carvão afeta a filtração. (FUSATI, F. 2019)

No Brasil, o filtro de areia pode ser utilizado quando se deseja um sistema de pós-tratamento também simplificado. Seu funcionamento baseia-se na aplicação intermitente de afluente sobre a superfície de um leito de areia por meio de uma tubulação de distribuição. Durante a infiltração do líquido incide a purificação por mecanismos físicos, químicos e biológicos. (TONETTI, A. et.al. 2012)

Segundo a Empresa Natural Tec (2019), a areia usada na filtração de água pode ser “agulhada” formando ângulos, considerada a melhor para filtração ou de padrão normal. A principal origem da areia usada em filtração é o leito de rios que produz a areia fina,

média ou grossa e ainda existe o cascalho e outras que podem ser usadas na filtração ou montagem do filtro. Os filtros de areia retiram turbidez, particulados e pequena quantidade de material emulsionado na forma coloidal ou emulsão. Não retiram microrganismos não podendo ser usado sozinho no controle de pragas e doenças.

O cascalho é uma rocha sedimentar, de certa variação de tamanho. Na geologia, o cascalho é qualquer rocha que tem ao menos dois milímetros na sua maior dimensão e não mais do que 75 milímetros, onde o mesmo pode ser utilizado para a elaboração de Filtros. (PINHAL, P. 2009)

Mediante a elaboração do Filtro I – Filtragem Grosseira, e Filtro II – Filtragem Efetiva, fora realizado testes para a comprovação da eficácia dos mesmos, frente as situações diárias. Para isso, realizou-se a coleta das amostras de água de chuva para a verificação da Filtragem, e análise da água posteriormente. Mediante as análises realizadas, pode-se afirmar que o pH se manteve constante, a dureza teve uma redução significativa, sendo que, a entrada foi igual a 0,0023 mol/L, e a saída 0,00095 mol/L, aproximadamente 59%. Quando se menciona acerca dos Cloretos, teve atenuação, sendo na entrada um valor igual a 0,0013 mol/L, e saída igual a 0,00074 mol/L, aproximadamente 15%. Acerca de Sólidos Totais, a entrada foi de 0,598 g/L, e a saída, 0,220 g/L. Alcalinidade fora desprezível.

Um dos benefícios destacados por experiências de reuso relatadas, além de evitar o descarte inadequado na natureza do efluente e o desperdício de água, ainda se justifica pelo fato de reduzir o consumo de coagulante com o reciclo da água do retro lavagem dos filtros. (OLIVEIRA, C. et.al. 2012)

Segundo Bertoncini (2008), o reuso da água é hoje um fator importante para a gestão dos recursos hídricos. O poder depurador do solo é muito maior que o poder depurador das águas, pois o solo funciona como filtro, além de promover a decomposição da matéria orgânica ainda presente em efluentes tratados. Para a agricultura, o reuso de efluentes fornece, além de água, alguns nutrientes de plantas. Entretanto, o uso de resíduos em solos deve ser constantemente monitorado, para que não haja contaminação do sistema solo-água-plantas. Há diversas modalidades de reuso da água, como: o urbano, o industrial, o paisagístico, o agrícola, o doméstico, o recreacional, a recarga de aquíferos e o reuso na aquicultura e pesca.

Para Hespanhol (2002), sistemas de reuso adequadamente planejados e administrados, trazem melhorias ambientais e de condições de saúde, entre as quais: evita a descarga de

esgotos em corpos de água; preserva recursos subterrâneos, principalmente em áreas onde a utilização excessiva de aquíferos provoca intrusão de cunha salina ou subsidência de terrenos; permite a conservação do solo, através da acumulação de “humus” e aumenta a resistência à erosão; contribui, principalmente em países em desenvolvimento, para o aumento da produção de alimentos, elevando, assim os níveis de saúde, qualidade de vida e condições sociais de populações associadas aos esquemas de reuso.

#### **4. CONCLUSÃO**

A falta de tratamento de esgoto e dejetos animais na zona rural tem forçado a busca por soluções práticas, econômicas e eficientes para tratamento e reuso de águas servidas. Atualmente, a prática do reuso é realidade em alguns países. No Brasil, o reuso tem sido incentivado como forma de minimizar a escassez de água potável e a degradação de mananciais causada pelo despejo direto de esgotos e resíduos. Para o reaproveitamento de águas residuais na agricultura é necessário que o seu tratamento seja eficaz. (BERTONCINI, E. 2008)

Segundo Bertoncini (2008), técnicas alternativas de tratamento de água, esgoto e dejetos desenvolvidas para a zona rural foram apresentadas por profissionais das áreas de saneamento e agrícola, em workshop promovido pelo Polo APTA Centro Sul, em maio de 2005, em Piracicaba. A coleta e armazenamento de água de chuva pode proporcionar o abastecimento da propriedade agrícola nos meses de escassez de água. A estrutura necessária para a coleta de água de chuva é pequena, com custo relativamente baixo. A coleta de água de telhados pode ser feita com calhas de bambu de três espécies do gênero *Dendrocalamus*, conhecidas como bambu gigante, que cortado longitudinalmente substitui os canos de PVC. Processos de decantação, filtração e desinfecção são utilizados na sequência para o tratamento de água.

Com o crescimento populacional, aumentou a necessidade de água para abastecimento, agricultura de maior escala para alimentar a crescente população, criação de mais indústrias que consomem mais água. O mesmo é a força motriz que arrasta consigo todo um leque de usos de água, consultivos ou não, que necessita de uma gestão integrada, de forma que haja água de boa qualidade e em quantidade suficiente para todos, assim como para as futuras gerações. (CUNHA, A. et.al. 2011)

Com base nos estudos abordados ao longo deste artigo, pode-se concluir a fundamental valia da disciplina de Projetos de Pesquisas para a Graduação em Engenharia Civil, uma

vez que, disponibiliza conhecimentos acerca de diferentes maneiras de abordar temáticas cotidianas, onde medidas simples e eficazes podem ser implantadas na prática diária da sociedade, embasando questões de apelo sustentável, podendo gerar qualidade de vida de forma consciente, poupando recursos naturais e contribuindo de forma significativa para a economia como um todo.

## REFERÊNCIAS

Philippi, A. **Reuso de água, 2002.** Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-PT&lr=&id=ATxDFRuxlnUC&oi=fnd&pg=PR13&dq=REUSO+DE+agua+domestica&ots=-Jm3R3bIr5&sig=7-bxYvx1HHjVgZrcx\\_OqhK0Cb9c#v=onepage&q=REUSO%20DE%20agua%20domestica&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-PT&lr=&id=ATxDFRuxlnUC&oi=fnd&pg=PR13&dq=REUSO+DE+agua+domestica&ots=-Jm3R3bIr5&sig=7-bxYvx1HHjVgZrcx_OqhK0Cb9c#v=onepage&q=REUSO%20DE%20agua%20domestica&f=false)>. Acesso em: 24/08/2019

SILVA, M. et. al. **REUSO DE ÁGUA: Possibilidades de redução do desperdício nas atividades domésticas, 2014.** Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/ads/2016/05/REUSO-DE-ÁGUA-possibilidades-de-redução-do-desperdício-nas-atividades-domésticas.pdf>>. Acesso em: 24/08/2019

BERTONCINI, E. **Tratamento de Efluentes e reuso da água no meio agrícola, 2008.** Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/06/Tratamento-de-efluentes-e-re%20da-%20Água-no-meio-agr%20cola.pdf>>. Acesso em: 21/09/2019

CUNHA, A. et.al. **O reuso da água no Brasil, 2011.** Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20ambientais/o%20reuso.pdf>>. Acesso em: 21/09/2019

JOSÉ, J. et.al. **Preparação de carvão ativado a partir de Turfa e sua utilização na remoção de poluentes, 2003.** Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/86346?show=full>>. Acesso em: 23/11/2019

FUSATI, F. **Saiba o que é carvão ativado e porque é usado em filtros, 2019.** Disponível em: <<https://www.fusati.com.br/saiba-o-que-e-carvao-ativado-e-por-que-e-usado-em-filtros/>>. Acesso em: 23/11/2019

TONETTI, A. **Tratamento de esgoto e produção de água de reúso com o emprego de filtros de areia, 2012.** Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n3/v17n3a05>>. Acesso em: 23/11/2019

NATURAL TEC. **Filtros para água com areia especial, 2019.** Disponível em: <<http://www.naturaltec.com.br/filtro-areia-especial/>>. Acesso em: 23/11/2019

PINHAL, P. **O que é cascalho, 2009.** Disponível em: <<http://www.colegiodearquitetos.com.br/dicionario/2009/02/o-que-e-cascalho/>>. Acesso em: 23/11/2019

OLIVEIRA, C. et.al. **ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DE LAVAGEM DE FILTRO NA ETAANÁPOLIS/GO, 2012.** Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/IX-012.pdf>>. Acesso em: 02/12/2019

HESPANHOL, I. **Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Industria, Municípios, Recarga de Aquíferos, 2002.** Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Ivanildo\\_Hespanhol/publication/305306332\\_Potencial\\_de\\_Reuso\\_de\\_Agua\\_no\\_Brasil\\_Agricultura\\_Industria\\_Municipios\\_Recarga\\_de\\_Aquiferos/links/59358852aca272fc555dc232/Potencial-de-Reuso-de-Agua-no-Brasil-Agricultura-Industria-Municipios-Recarga-de-Aqueiferos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ivanildo_Hespanhol/publication/305306332_Potencial_de_Reuso_de_Agua_no_Brasil_Agricultura_Industria_Municipios_Recarga_de_Aquiferos/links/59358852aca272fc555dc232/Potencial-de-Reuso-de-Agua-no-Brasil-Agricultura-Industria-Municipios-Recarga-de-Aqueiferos.pdf)>. Acesso em: 02/12/2019.