

Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
Santa Maria, v. 19, n. 3, set-dez. 2015, p. 702-712  
Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM  
ISSN : 22361170



## Estudo de Viabilidade de um Sistema de Tratamento para Reutilização de Água em Finalidades Domiciliares Diversas

### *Feasibility Study of a home treatment system for Water Reuse*

Marshell Ferreira Almeida Ferraz<sup>1</sup>, Evaristo Marcos da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Engenharia Química, Departamento de Engenharia da Produção, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, SC, Brasil

<sup>2</sup>Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade do Vale do Itajaí, Balneário Camboriú, SC, Brasil

#### **Resumo**

O reaproveitamento ou reuso da água é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada dentro de seu mesmo ciclo de uso, podendo ser para a mesma finalidade que foi usada antes de sua captação ou para outro fim, com o objetivo de reduzir o consumo de água potável proveniente das redes de abastecimento. Este trabalho pretende estudar a viabilidade de implantação de um sistema compacto de captação/tratamento de água proveniente de chuvas e de atividades caseiras comuns, como banhos e lavagens de roupas. A análise do estudo engloba cálculos de consumo de água potável por residência, gastos com equipamentos e implantação, economia proporcionada e o período de retorno do investimento. O proposto se apresentou satisfatório no tratamento da água armazenada, com a utilização de coagulante (sulfato de alumínio a 10 mg/L dosados uma vez a cada 30 dias diretamente no tanque de armazenagem) e desinfetante (cloro). Analisando a viabilidade econômica do sistema, concluiu-se que para residências onde o consumo de água é inferior a 25 m<sup>3</sup>/mês, o proposto torna-se inviável economicamente, pois os retornos financeiros seriam demasiadamente logos, enquanto para valores acima deste, o payback já se torna atrativo, em torno de 12 meses a menor.

**Palavras-chave:** água, reutilização, desperdício, viabilidade.

#### **Abstract**

The recycling or reuse of water is the process by which water, treated or not, is reused within the same cycle of its use, may be for the same purpose as was used prior to their capture or for another purpose, for the goal of reduce the consumption of drinking water from water utility. This work aims to study the feasibility of implementing a compact water treatment system from rains and shared homely activities such as bathing and washing clothes. The analysis of the study includes calculations of consumption of drinking water per household, spending on equipment and system implementation, saving provided and the payback period of the investment. The proposed performed satisfactory in the treatment of water stored with the use of a coagulant (aluminum sulfate 10 mg/L) and disinfectant (chlorine). Based on the indicators studied, it was concluded that for homes where the water consumption is lower than 25 m<sup>3</sup>/month, the proposed system becomes uneconomical, because the financial returns would be too logos, while for values above this, payback already it becomes attractive, around 12 months shorter.

**Keywords:** water, reuse, waste water, feasibility

## 1 Introdução

O atual panorama mundial aponta para falta de água tratada inversamente proporcional a demanda. Conseqüentemente a busca por fontes alternativas tem feito do reuso de água, um tema atual e de suma importância, principalmente na nova política nacional de recursos hídricos (MACHADO, 2004). Paralelamente, nos últimos anos, o crescimento acelerado das populações, os desenvolvimentos industriais e tecnológicos, vem comprometendo as fontes disponíveis de água doce do planeta. Neste contexto a água passa a se tornar um recurso estratégico, já que é impossível uma indústria se expandir sem recursos hídricos. (MOTA et al., 2006). Mundialmente, segundo pesquisadores da área hídrica, como hidrólogos e demógrafos, o consumo humano de água potável duplica a cada 25 anos (MACHADO, 2004). Embora o colapso do abastecimento seja uma realidade em diferentes partes do mundo, sobretudo em bairros da periferia de centros urbanos densamente povoados, ainda assim vive-se a ilusão de que a água é um recurso infinito (MACHADO, 2004).

É certo que existe muita água no planeta, mas cerca de 97,5% dessa água é salgada e está nos oceanos, 2,5% é doce sendo que dessas, 2% estão nas geleiras, e apenas 0,5% está disponível nos corpos de água da superfície, isto é, rios e lagos, e a maior parte, cerca de 95%, está no subsolo na forma de lençóis freáticos (NOGUEIRA, 2006).

Analisando-se como essa água doce se distribui no globo, e como a respectiva população, está inserida no planeta, verifica-se que ela está “mal distribuída”: Há partes da Terra que sofrem com falta crônica de água para consumo. Neste sentido, o Brasil apresenta cerca de 12% de toda água doce existente na Terra, entretanto, as principais fontes e mananciais encontram-se em locais com baixo adensamento populacional, enquanto que em regiões com maior adensamento tem sofrido com a escassez desse recurso por inúmeros fatores que vão desde a gestão pública e uso pouco racional por parte do setor civil e produtivo, principalmente (NOGUEIRA, 2006, MOTA et. al, 2006).

Neste sentido, diferentes setores da sociedade civil e político vêm buscando alternativas para racionalizar o uso desse recurso natural e, paralelamente, buscando tecnologias e procedimentos de gestão para o emprego aumentar as fontes de aquisição e utilização de água (MOTA et. al, 2006). O reuso consiste no processo de utilização da água por mais de uma vez, tratada ou não, para a mesma finalidade que havia sido usada anteriormente ao tratamento (lavar roupa suja, por exemplo) ou para outro fim (descarga em sanitários). Essa reutilização pode ser direta ou indireta, decorrente de ações planejadas ou não (LOBATO, 2005).

Muito da água potável utilizada dentro das casas são despejadas geralmente por esgoto sanitário. 30% a 40% desta água utilizada são decorrente de banhos e 10% são provenientes de lavagens de roupas domésticas, por tanque (lavagem a mão) ou à máquina (MOTA et. al, 2006). 71% desta englobam banhos, lavagens de roupas e descargas sanitárias (MOTA et. al, 2006).

Um método, então, de reuso de água para residências é desviar a água do ralo do chuveiro, ralos dos tanques domésticos e saída de efluente de água das máquinas de lavar roupa para um reservatório passando por filtros e tratamentos, para depois reutilizar essa água, por exemplo, em vasos sanitários, lavagens de pátios e jardins e até mesmo para lavagens de roupas. Este mesmo reservatório poderá receber água da chuva, aumentando a reserva a ser utilizada (MOTA et. al, 2006).

A água pluvial tem se configurado como uma fonte alternativa de água, promissora para suprimento de usos não potáveis principalmente em regiões metropolitanas e do semiárido. Os sistemas de captação hídrica para fins de aproveitamento existem desde muito antigamente e vem evoluído junto com a civilização ao longo da história (MARTINI e MORUZZI, 2013). Basicamente, esses sistemas baseiam-se na coleta das precipitações que escoam sobre uma superfície de captação impermeável, na maioria das vezes o telhado das residências, e são então direcionadas para os reservatórios onde são armazenadas para uso posterior (MARTINI e MORUZZI, 2013). Moruzzi e Nakada (2009) apontam que a coleta de água pluvial pode contribuir para diminuir o consumo de água oriunda de mananciais superficiais e subterrâneos, o que, por sua vez, promove a conservação dos recursos hídricos, a

minimização dos gastos no tratamento da água e a economia de energia e insumos gastos com tratamento e distribuição. Mancuso e Santos (2003), e também a Agência Nacional de Águas (ANA), apontam que sistemas de aproveitamento da água pluvial surgem como uma fonte de abastecimento alternativa e uma opção real para reduzir o consumo de águas de melhor qualidade, que podem ser direcionadas para usos mais nobres, aumentando a oferta de água para fins não potáveis. No entanto, até mesmo as águas pluviais podem estar contaminadas por partículas presentes na atmosfera e na superfície de captação, principalmente em regiões densamente urbanizadas, exigindo uma análise de sua qualidade, previamente ao seu aproveitamento, verificando se há ou não necessidade de tratamento para a mesma, em função do uso preterido para o recurso, de forma que o mesmo não comprometa a saúde de seus usuários, nem a vida útil dos sistemas envolvidos (ANA).

A Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT) estabelece por meio da NBR 15527/07 os padrões para aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis. O descarte da primeira chuva (first flush) é uma prática comumente empregada para melhorar a qualidade da água pluvial coletada. Ela baseia-se no descarte dos primeiros milímetros de precipitação, que contém grande quantidade de contaminantes, visto que lavam a atmosfera e a superfície de captação, carregando consigo grande parte das partículas presentes nas mesmas. No entanto, essa prática provoca a perda de grandes volumes de água que deixam de ser captados. Ademais, existe muita indefinição quanto ao volume de descarte mais apropriado. Buscando melhorar a qualidade das águas pluviais para que as mesmas atinjam os padrões exigidos para o uso preterido, podem ser aplicados tratamentos adicionais. Segundo Gonçalves (2006), os tratamentos mais utilizados em águas pluviais que se destinam a fins não potáveis são compostos de unidades de sedimentação simples, filtração simples e desinfecção, com cloro e/ou radiação ultravioleta, e Di Bernardo e Dantas (2005) apontam que a aplicação de polímeros sintéticos e naturais (amidos em geral) no tratamento da água para fins de abastecimento público é vantajosa por reduzir a dosagem de coagulante primário (sal de alumínio ou ferro), aumentar a velocidade de sedimentação dos flocos. Murakami e Moruzzi (2012) estudaram amido natural de milho em dosagens de 1 a 12 mg/L, com pH de coagulação médio em torno de 6,0. Os residuais de cor aparente e turbidez obtidos foram analisados estatisticamente e os resultados indicaram que o tratamento empregado possibilitou reduções de cor aparente e turbidez em valores absolutos médios de 53 uH e 13 uT, equivalendo, em termos percentuais, a reduções médias de 70 e 80%, respectivamente. Outro exemplo de coagulante natural são os taninos, extraídos da casca de vegetais como a Acácia Negra, que atuam como coagulantes/floculantes e auxiliares de coagulação no tratamento de águas em geral, sendo de origem essencialmente vegetal. O tanino atua em sistemas coloidais, neutralizando cargas e formando pontes entre essas partículas, sendo este processo responsável pela formação dos flocos e consequente sedimentação (CORAL, et al. 2009). Bongiovani (2010) estudou o comportamento do coagulante Tanfloc SS, a base de tanino, para o tratamento de água para abastecimento, coletada do rio Pirapó no município de Maringá. O autor elaborou o diagrama de coagulação para o coagulante variando o pH de coagulação de 3,0 a 9,0 e a concentração do coagulante de 10 mg/L a 60 mg/L, sendo o tratamento composto por etapas de mistura rápida, coagulação, floculação e decantação. Como resultado encontrou que as melhores reduções para cor, turbidez e compostos com absorção de UV-254 nm ocorreram para a faixa de pH entre 6,0 e 9,0 para todas as concentrações, constatando assim que a utilização de agente coagulantes orgânicos biodegradáveis é, portanto, uma alternativa técnica aos coagulantes convencionais. Zolett et al. (2012) realizou em sua pesquisa, uma comparação dos coagulantes sulfato de alumínio e Tanfloc SG, coagulante natural a base de tanino, com relação à suas eficiências para remoção de turbidez, visando usos potáveis no tratamento da água do rio Pato Branco. Como resultado o autor encontrou uma redução de 20,5 NTU da amostra bruta, para 1,13 NTU na amostra tratada com 0,8 mL/L de Tanfloc SG, e para 0,35 NTU utilizando-se 0,7 mL/L de sulfato de alumínio. Apesar da maior eficiência do sulfato de alumínio, o autor aponta que ambos os coagulantes permitiram resultados aptos para o consumo humano, sendo que o coagulante natural apresenta vantagem em relação ao coagulante químico por não conter metais no lodo gerado pelo tratamento. O autor aponta ainda que menores quantidades do coagulante a base de tanino produziram os melhores resultados. Pedroso et al. (2012) também utilizou o coagulante Tanfloc SG, mas para o tratamento de lixiviado do aterro sanitário de Maringá e encontrou

resultado satisfatórios, principalmente com relação à redução da cor (48,70%) e da turbidez (64%) do lixiviado. No entanto, o autor alerta que devido às características variáveis de composição do lixiviado e dos mecanismos de reação do pH e da dosagem de coagulante utilizado, é necessário determinar frequentemente as condições de tratamento quando na utilização de Tanfloc SG®.

O consumo domiciliar no Brasil, em regiões cujas residências dispunham de hidrômetros era, em 2012, de cerca de 14,3 mil litros por domicílio por mês. Na lista nacional de consumo, o estado de maior consumo per capita diário era o Rio de Janeiro, com 232 litros (o triplo de Pernambuco). São Paulo aparecia em 6º lugar na lista, com 165,67 litros/dia.

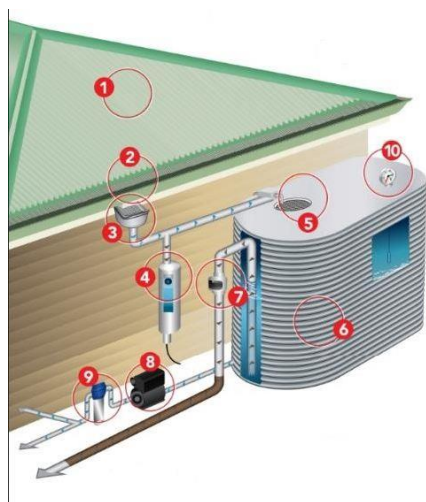
Segunda a CASAN, Companhia Catarinense de Água e Saneamento, esclarece que, o uso excessivo, as perdas na distribuição e os desperdícios contribuem fortemente para a falta de água. Com 40 litros de água por dia viveríamos bem. Mas, segundo dados estatísticos têm-se um consumo médio de 200 litros de água por dia por pessoa.

Sendo assim, este projeto tem como objetivo proporcionar uma economia de 50% a 80% no consumo de água residencial em m<sup>3</sup>/mês, através de um sistema compacto de coleta e tratamento de água proveniente de chuva, efluentes de banhos e lavagens de roupas domésticas, utilizando sulfato de alumínio como pré-tratamento, desinfecção a cloro e polimento por filtros em série, de diversos recheios (areia, carvão e cerâmica).

## 2. Material e métodos

### 2.1. Esquema e Elaboração do Sistema

Uma alternativa criativa para o problema pode ser o reuso da água doméstica, mostrado na Figura 1 e 2, que utiliza materiais baratos e um sistema simples para o reaproveitamento da água residencial.



- 1) Telhado de coleta de 100 m<sup>2</sup>.
- 2) Calha de recepção de água de chuva doméstica. Esta varia de residência para residência.
- 3) Leaf Eater® Original Rain Head DN 100 - separador de folhas de alto desempenho da Marca Harvesting.
- 4) Separador de fluxo de 100 mm para impedir que a água mais suja entre no tanque.
- 5) Entrada do Filtro Optimax da marca Harvesting.
- 6) Tanque de água vertical de 250 litros abaixo do nível do solo para receber águas provenientes de chuvas, banhos e lavagens de roupas.
- 7) Extravasador de 75 mm, com tela contra inseto.
- 8) Bomba centrífuga de 1CV.
- 9) Filtros de areia/carvão/cerâmica platinada.
- 10) Indicador de nível da marca Harvesting.

Figura 1 – Esquema de sistema de captação de água de chuva

Fonte: [www.harvesting.com.br](http://www.harvesting.com.br)

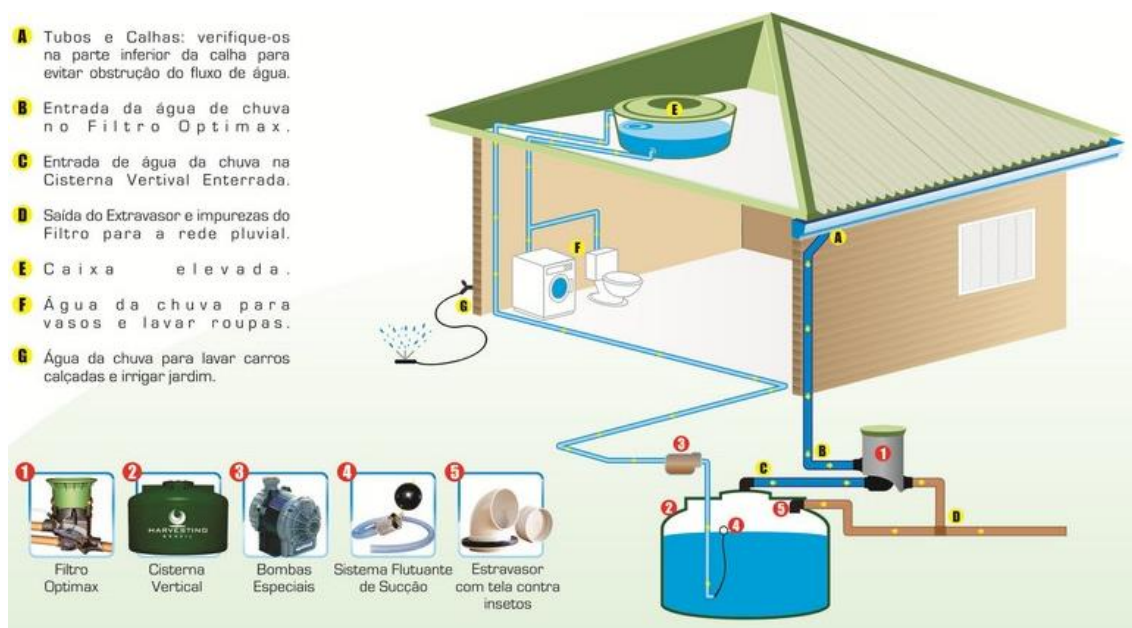


Figura 2 – Esquema de sistema de captação de água de chuva mostrando o recalque e alimentação por gravidade.

Fonte: [www.harvesting.com.br](http://www.harvesting.com.br)

Para o tanque de armazenamento (representado pelo item 4, Figura 2), foram usadas duas caixas de água, de marca Fortlev, de 250 litros cada, fibra de vidro, ligadas em série entre si. Estas além de receberem águas provenientes de chuvas, recebem também as águas provenientes de banhos e lavagens de roupas domésticas através de suas próprias instalações hidrosanitárias. Tais instalações seguem até a entrada do sistema, representado pelo filtro Optimax (item 1, Figura 2), pois o efluente destes, pode apresentar contaminantes, como pêlos e químicos residuais.

Após a bomba de recalque foi colocado um conjunto de três filtros para polimento da água tratada. Um filtro cartucho de sedimentos, seguido de um de carvão ativado e por último um filtro vela com platina, muito comum em purificação de água potável. O filtro de sedimentos é usado para remover sedimentos e sólidos em suspensão. O filtro de carvão ativado é usado para remoção de cloro residual, cor, sabor e odores estranhos à água e outros produtos químicos. O filtro de platina é a última barreira de desinfecção, além de reter o que se perdeu proveniente dos outros filtros anteriores. Com exceção do filtro Optimax (detalhado na Figura 3.a), todos os outros possuem seus recheios substituídos a cada 6 meses de utilização. A figura 3.b também ilustra os filtros recheados utilizados no sistema, comumente aplicados em tratamentos deste tipo.

O cloro é inserido diretamente no tanque através de pastilhas de dissolução lenta. O cloro tem a propriedade de permanecer por um longo tempo na água ou efeito residual. No tratamento de água de cisternas, o tempo de contato do cloro com a água, que deve ser de, no mínimo, 30 minutos e sua dosagem de 2 ppm para manter um residual de 0,5 mg de cloro por litro de água. Seguindo essa recomendação, uma pastilha de cloro de 3g foi inserida ao tanque uma vez a cada 30 dias de armazenamento. Com a mesma periodicidade, 10 mg/L de uma solução de sulfato de alumínio comercial também era acrescentada ao tanque, para melhor tratamento do proposto.

O sulfato de alumínio é encontrado no mercado na forma de grânulos ou líquido. Foi usado o produto na forma de grânulos, dissolvidos em água natural antes de ser acrescentado ao tanque. Sem nenhuma agitação interna (floculação lenta), os flocos gerados no processo de coagulação devido à presença do sulfato, eram descartados do tanque de armazenagem pelo extravasador de saída, por estarem sobrenadantes.

Além do cloro, 2 ml de clorexidina a 2% também foram injetados manualmente ao sistema uma vez a cada 30 dias, afim de intensificar o processo de desinfecção da água recolhida.

Quando o tanque de armazenamento atingia sua capacidade máxima, a moto bomba era acionada para deslocamento do volume tratado até as caixas elevadas (2 reservatórios de fibra de vidro comunicantes, de 250 litros cada). A bomba era desligada quando o indicador de nível atingia 30% da capacidade total do tanque para garantir que nenhum floco seria carregado por ela. Esta etapa era realizada manualmente.

A água coletada por um período de 30 dias teve seus parâmetros físico-químicos analisados em relação a pH, condutividade, turbidez, cor, dureza, cloretos, alcalinidade, sólidos dissolvidos totais, nitrito, nitrato, amônia, sulfato e coliformes totais.

Foram analisadas amostras de água na entrada do tanque de armazenagem e amostras da caixa elevada, para comparações de antes e depois do tratamento proposto.

As amostras de entradas foram coletadas em um período de 30 dias contínuos (Março de 2015), contendo exemplos provenientes de banhos diários, lavagens de roupas domésticas e chuvas, quando havia. Estas amostras juntas compuseram a amostragem do período de 30 dias fechado. Quando a água armazenada era transferida para a caixa elevada, uma amostra deste conteúdo era retirada para análise, representando o pós-tratado.

Os condutores de água de chuva, horizontais (calhas) e verticais (tubos de descida da água), foram projetados com base na NBR 10844/89 – Instalações Prediais de Águas Pluviais da ABNT, onde se considerou um telhado de 100 m<sup>2</sup> e chuva forte de 120 mm/h, como parâmetros de dimensionamentos. As tubulações de recepção foram projetadas com o diâmetro nominal de 100 mm, enquanto as de recalque, com DN de 75 mm.



Figura 3 a) Esquema técnico da utilização do Filtro Optimax, b) Exemplo de filtros recheados utilizados em sistemas de tratamento de água pluvial.

Fonte: [www.harvesting.com.br](http://www.harvesting.com.br)

## 2.2. Análise de Viabilidade Econômica

A análise de viabilidade econômica de investimento para os sistemas de reuso de água foi realizada utilizando-se o Método do Período de Retorno do Investimento (payback), que é calculado dividindo o valor de investimento pelo valor de benefícios gerados pelo sistema.

Para calcular os benefícios com a implantação do sistema de reuso de água, na região de Florianópolis, por exemplo, utilizam-se os valores de tarifa de água utilizados pela CASAN, conforme Figura 4, e sabendo que o valor da tarifa total cobrada, incluindo a tarifa de esgoto, é duas vezes o valor da tarifa de água.

Residencial			
Aplica-se aos imóveis com ocupação exclusiva para fins de moradia			
Estrutura Tarifária - Tarifa Residencial			
Categoria	Faixa	m <sup>2</sup>	Água R\$
Residencial "B"	1	até 10	32,06/mês
	2	11 a 25	5,8757/m <sup>2</sup>
	3	26 a 50	8,2435/m <sup>2</sup>
	4	maior que 50	9,8784/m <sup>2</sup>
	5	Tarifa Sazonal	12,3478/m <sup>2</sup>

Tarifa de Esgoto = 100% (cem por cento) da tarifa de água impresso

Figura 4 – Tarifas de água e esgoto praticados pela CASAN.

Fonte: <http://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/residencial#228>

O método de *payback* é o método econômico que avalia quanto tempo será necessário para recuperar o investimento feito no projeto baseado apenas nas receitas líquidas (neste caso economia de água) ao longo do tempo, sem considerar os efeitos de composição de juros.

O cálculo se baseia considerando as tarifas praticadas em um consumo médio residencial acima de 11 m<sup>3</sup>/mês. Este consumo é multiplicado a tarifa correspondente, somando a tarifa de esgoto, que corresponde a 100% da tarifa de água impresso. Considerando uma redução de 50% a 80% na tarifa e dividindo pelo valor investido na implantação do sistema, tem-se o tempo de retorno do investimento.

### 3 Resultados e Discussões

#### 3.1. Resultados Físico- Químicos

Tabela 1 - Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas da água coletada pelo sistema.

Parâmetros	Unidade	Entrada do tanque	Saída do tanque	Portaria 2914	CONAMA 357
				(MS VMP)	(Classe 1)
pH	-	6,72	7,54	6 – 9,5	6 – 9
Condutividade	micros/cm	25	31	--	--
Turbidez	UT	0,81	0,32	5	100
Cor	uH	54	0,2	15	75 mg pt/l
Dureza	Mg/l	21,4	20,2	500	--
Cloretos	Mg/l	10,5	0,2	2	2
Alcalinidade	Mg/l	13,4	11,4	--	--
STD	Mg/l	13,9	0,67	--	--
Nitrito	Mg/l	0.0	0.0	--	1
Nitrato	Mg/l	0.0	0.0	--	10
Amônia	Mg/l	0.0	0.0	1,5	3,7
Sulfato	Mg/l	0.0	3,5	250	250
*Coli.Termotoler.	NMP/100ml	0	0	Ausência	2000 max
Coli. Totais	NMP/100ml	9,3x10 <sup>1</sup>	0,12x10 <sup>1</sup>		--

\*Coliformes Fecais Termoresistentes

Apesar da água de entrada no tanque de armazenagem apresentar padrões físico-químicos abaixo pelo exigido das legislações vigentes, o tratamento com coagulantes e desinfetantes apresentou resultado satisfatório na redução significativa de turbidez, coloração, cloretos e coliformes totais.

Parâmetros como pH, condutividade, dureza e alcalinidade praticamente não sofreram alterações, permanecendo dentro dos parâmetros exigidos pelo CONAMA 357 e pela Portaria 2914/11, mesmo assim.

Presença de sulfatos, na saída do processo, é comum quando se utiliza Sulfato de Alumínio como coagulante, indicando que a dosagem foi superior à demanda de DQO disponível. Contudo, os sistemas de filtros se apresentaram satisfatórios em remover uma grande parte deste componente. As concentrações finais de sulfatos presentes na caixa elevada também estão dentro dos padrões exigidos pelas legislações citadas anteriormente.

### 3.2. Análise de Viabilidade Econômica

A Tabela 2, remete ao inventário dos componentes e materiais bem como os custos com os componentes, mão-de-obra e equipamentos que podem ser utilizados na instalação do sistema. Os valores de mão de obra e dos tubos e conexões foram estimados para uma casa de aproximadamente 100 m<sup>2</sup>, contudo estes números podem variar conforme o tamanho da casa e o número de pessoas que vivem nela.

Tabela 2 – Valores dos materiais utilizados no projetos praticados pelo mercado.

Materiais	Quantidade	Custo (R\$)
Filtro Optimax IBBL 4001	1	350,00
Reservatório de fibra de vidro (250L) marca FORTLEV	3	450,00
Motor-bomba e acessórios (1 CV) Marca Dancor CP4R14 110/220V	1	300,00
Mão de obra	1	400,00
Tubos, conexões e filtros		600,00
Químicos/Materiais (Areia/Carvão/Velas de filtro)	1	300,00
<b>Total</b>		<b>2400,00</b>

Fonte: [www.harvesting.com.br](http://www.harvesting.com.br), [www.makrocaixa.com.br](http://www.makrocaixa.com.br),  
[www.nascimento.com.br](http://www.nascimento.com.br)

Com base nas tarifas praticadas pela CASAN e uma estimativa de redução mínima de 50% na conta de água residencial, percebe-se que o tempo de *payback* do sistema é menor quando o consumo residencial é maior. Para residências, onde o consumo fica no mínimo de 11 m<sup>3</sup>/mês de água utilizada, o *payback* fica em torno de 54 meses, enquanto para residências que consomem de 26 a 40 m<sup>3</sup>/mês de água, o tempo de retorno cai para menos de 1 ano. Mesmo que não seja uma realidade, a título de



análise, se uma residência consumisse 100 m<sup>3</sup> de água mês, o retorno deste investimento seria de apenas 3 meses e meio, como visto na figura 5.

Se a redução for de 80%, por exemplo, a tempo de retorno para consumos mínimos de 11 m<sup>3</sup>/mês de água cai para 42 meses. Para 19 m<sup>3</sup>/mês, seria de 24 meses, conforme figura 6.

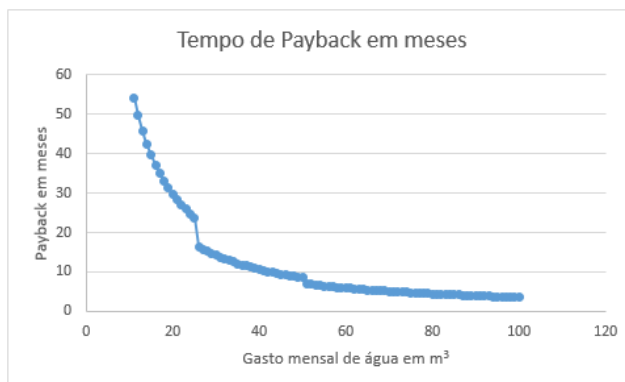


Figura 5 – Tempo de retorno do investimento em Reais por gasto mensal de água residencial em m<sup>3</sup>/mês considerando redução de 50% da tarifa de água residencial

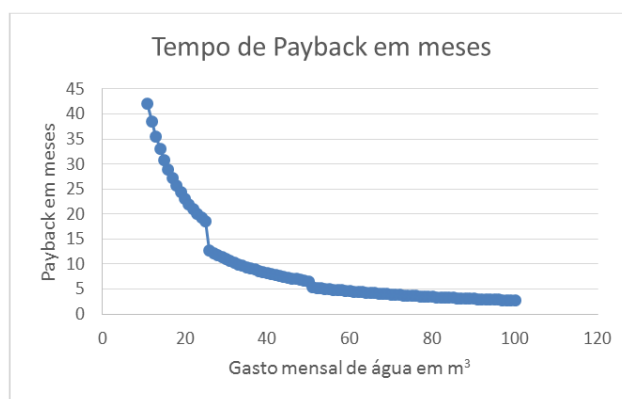


Figura 6 – Tempo de retorno do investimento em Reais por gasto mensal de água residencial em m<sup>3</sup>/mês considerando redução de 80% da tarifa de água residencial

## 4 Conclusões

Os ensaios físico-químicos mostraram que o sistema apresenta eficácia no tratamento da água coletada de chuva e de outras fontes domésticas, como banhos e lavagens de roupas, onde este se faz satisfatório na remoção de sólidos suspensos, cloretos, redução de coloração residual, turbidez e biotas, como coliformes fecais totais, uma vez que atende as legislações vigentes em âmbito estadual e federal.

Com base nas tarifas praticadas pela CASAN e uma estimativa de redução mínima de 50% na conta de água residencial, percebe-se que o tempo de *payback* do sistema é menor quando o consumo residencial é maior. Para residências, onde o consumo fica no mínimo de 11 m<sup>3</sup>/mês de água utilizada, o *payback* fica em torno de 54 meses, enquanto para residências que consomem de 26 a 40 m<sup>3</sup>/mês de água, o tempo de retorno cai para menos de 1 ano. Mesmo que não seja uma realidade, a título de análise, se uma residência consumisse 100 m<sup>3</sup> de água mês, o retorno deste investimento seria de apenas 3 meses e meio.

A implantação do sistema se torna útil para residências que possuem consumo de água em torno de 25 m<sup>3</sup>/mês. Para residências com consumo inferiores a este valor o sistema torna-se inviável, pois a taxa de retorno do investimento é bastante pequena considerando os custos de implantação e das tarifas

praticadas pelas distribuidoras atualmente. Pode ser que futuramente, com o desenvolvimento de tecnologias mais acessíveis, esse sistema possa se tornar viável para consumos inferiores a 25 m<sup>3</sup>/mês.

Quanto maior a redução na tarifa de água consumida na residência, devido o melhor reaproveitamento da água utilizada, menor será o tempo de retorno do investimento ao sistema proposto.

Do ponto de vista ambiental, vale lembrar que a água é um bem precioso e deve ser cada vez mais valorizado. Assim, mesmo que não seja interessante economicamente, a implantação do sistema de reuso e aproveitamento de água em residências com consumos inferiores a 25 m<sup>3</sup>/mês não só estaria alinhada às questões ambientais atuais, como também seria uma contribuição à luta da sociedade em preservar os recursos naturais hídricos, com geração de menos efluentes líquidos por residência.

## Referências Bibliográficas

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Água de chuva - aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2007. 8p (NBR 15527).
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Instalações Prediais de Águas Pluviais – Procedimentos**. Rio de Janeiro, 1989. 13p (NBR 10844).
- BONGIOVANI, M. C. **Os benefícios da utilização de coagulantes naturais para a obtenção de água potável**. Acta Scientiarum. Technology, Maringá, v. 32, n. 2, p.167-170, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011 - Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. DOU de 14/12/2011, págs. 91-102.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 - classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. DOU, nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63
- CORAL, L. A.; BERGAMASCO R.; BASSETTI F. J. **Estudo da viabilidade de utilização do polímero natural (TANFLOC) em substituição ao sulfato de alumínio no tratamento de águas para consumo**. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 20-22 mai. 2009, São Paulo.
- DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. São Carlos. Rima, 2005.
- GONÇALVES, R. F. **Uso racional de água em edificações**. Rio de Janeiro. ABES, 2006.
- LOBATO, M. B. **Sistema de hierarquização de ações de conservação da água em edificações com aplicação do método Electre III**. Ambiente Construído, v. 6, n. 1, p. 31-47, jan./mar. 2006.
- MACHADO, C.J.S. **Reuso de água doce**. Revista. Eco 21, v. 86, n. 1, jan. 2004.
- MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **A escassez e o reuso de água em âmbito mundial**. São Paulo: Manole, 2003, p 12.
- MARTINI, M. V. P.; MORUZZI, R. B. **Tratabilidade de águas pluviais utilizando coagulante natural a base de tanino visando fins não potáveis**. Teoria e Prática na Engenharia Civil, n. 22, p. 15-23, 2013.
- MMA/ANA/SINDUSCON/COMASP/FIESP/SESI/ SENAI/ IRS. **Conservação e reuso da água em edificações**. Volume único. 2005. 152 p.

- MORUZZI, R. B.; NAKADA, L. Y. K. **Coleta e tratamento de água pluvial para fins não potáveis com emprego de amido de milho como coagulante primário em filtração cíclica em escala de laboratório.** Revista de Estudos Ambientais, Blumenau, p.51-60, jan./jun. 2009.
- MOTA, M., B., M., MANZANARES, M., D., SILVA, R., A., L., **Viabilidade de Reutilização de Água para Vasos Sanitários.** , Revista Ciências do Ambiente On-Line, Agosto, 2006 Volume 2, Número 2
- MURAKAMI, M.F.; MORUZZI, R.B. **Avaliação do amido natural como alternativa simples para tratamento de águas pluviais para fins de aproveitamento não potável.** Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.20, p.1-13, Novembro, 2012.
- NOGUEIRA, P. F. **Escassez de água.** Disponível em:<<http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=3&pag=reuso.html>>.
- PEDROSO, K. **Avaliação do tratamento do lixiviado do aterro sanitário de Maringá, Paraná, por processo de Coagulação/Floculação com Tanfloc SG®.** Revista de Engenharia e Tecnologia, Maringá, n., p.87-98, ago. 2012.
- ZOLETT, E. R.; JABUR, A. S.; SILIPRANDI, E. M. **Uso de polímero natural a base de Tanino (Tanfloc) ara o tratamento de água para o consumo humano.** In: XVII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPB, 2012, Pato Branco.