

Aplicabilidade de um sistema múltiplo de reaproveitamento de água com ênfase em residência unifamiliar

Lucas de Mattos Misael¹, Thales Ian Maia Sales Pinto²

Submissão: 20/09/2023

Aprovação: 31/08/2024

Resumo - O crescimento desordenado das cidades, além de alterar o fator demanda, influência também na disponibilidade hídrica, pois traz consigo a poluição. Nesse contexto, surge a necessidade da realização de estímulos para a preservação desse recurso. É fato comprovado que o Brasil está atravessando um momento de escassez hídrica, e uma das principais causas desse problema é o simultâneo aumento da demanda populacional por água potável e a diminuição da oferta de água com qualidade. O crescimento desordenado das cidades e a deficiência pública na gestão dos recursos hídricos e das águas residuais são fatores que contribuem para esse panorama. Nesse contexto, surge a necessidade de se colocar em ação práticas que auxiliem na preservação dos recursos hídricos. O aproveitamento das águas pluviais e o reuso de águas cinzas são algumas alternativas dentro dessa perspectiva.

Palavras-chave: Reaproveitamento. Águas cinzas. Águas pluviais. Escassez hídrica.

Applicability of a multiple water reuse system with emphasis on single-family residences

Abstract - The disorderly growth of cities, in addition to changing the demand factor, also influences water availability, as it brings pollution. In this context, there is a need for incentives to preserve this resource. It is a proven fact that Brazil is going through a time of water scarcity, and one of the main causes of this problem is the simultaneous increase in the population's demand for drinking water and a decrease in the supply of quality water. The disorderly growth of cities, public deficiency in the management of water resources and wastewater are factors that contribute to this panorama. In this context, there is a need to put into action, practices that help in the preservation of water resources. The use of rainwater and the reuse of gray water are some alternatives within this perspective.

Keywords: Reuse. Gray waters. Rainwater. Water scarcity.

¹ Técnico desenho da construção civil e técnico em edificações na instituição Senai e graduando no curso de engenharia civil na Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, Vitória, ES.

² Graduando em engenharia civil pela Faculdade Brasileira Multivix, com formações como técnico em estradas e técnico em desenho da construção civil, Vitória, ES

INTRODUÇÃO

Se tratando de água, o Brasil é um país privilegiado, pois possui as maiores bacias hidrográficas do mundo: a Bacia do rio Amazonas ou Bacia Amazônica, o Pantanal e o Aquífero Guarani. Segundo Tucci, Hespanhol e Netto (2001), o Brasil é detentor de aproximadamente 50% dos recursos hídricos da América do Sul e cerca de 11% dos recursos mundiais. No entanto, mesmo possuindo tamanha extensão de água doce, o país vive uma dificuldade relacionada ao atendimento da demanda populacional por águas próprias para consumo humano. Alguns dos principais fatores que agravam esse problema são a má distribuição hídrica e o alto nível de poluição dos mananciais.

Com relação à disponibilidade de água doce, dados da Agência Nacional de água - ANA (2006) indicam que cerca de 68% da disponibilidade hídrica do Brasil está no Norte. Isso coloca a região no topo das detentoras de mananciais de água doce no país, seguida pela região Centro-Oeste com aproximadamente 16%, região Sul com 7%, região Sudeste com 6% dos mananciais, e, por último, a região Nordeste com apenas 3%.

O crescimento demográfico e a expansão desordenada das cidades contribuem para que haja escassez e contaminação dos mananciais. O crescimento populacional aumenta a disputa por água de qualidade, principalmente na região Sudeste, onde há grande disponibilidade, porém, a qualidade está decaindo devido à grande concentração industrial.

Verifica-se que a poluição, em geral, é um agravante para um problema já existente. Infelizmente, isso é algo que não pode ser resolvido a curto prazo, mas existem alternativas que podem ser aplicadas a fim de amenizar essa situação. São alternativas inteligentes que visam melhorar a qualidade da gestão de água dentro das residências.

Estuda-se a utilização de sistemas hidráulicos inteligentes para um melhor aproveitamento dos recursos hídricos nas residências unifamiliares, uma vez que tem sido constatada a importância de um melhor gerenciamento desse recurso - dada a diminuição da oferta de água com qualidade, em contrapartida com o aumento da demanda populacional por água.

São apresentados sistemas de aproveitamento e reuso de águas pluviais e cinzas para amenizar o problema de falta de água nas residências, que surge como consequência do problema da má gestão pública.

O objetivo geral deste trabalho é mostrar a aplicabilidade de um sistema múltiplo de reaproveitamento de água com ênfase em residência unifamiliar.

REFERENCIAL TEÓRICO

ÁGUAS PLUVIAIS

Entende-se como água pluvial os afluentes provenientes da chuva. Esta tem um papel muito importante para que haja um bom abastecimento hídrico e qualidade de vida, tanto nas áreas rurais como urbanas. Porém, existe um problema concernente às águas pluviais: não há precipitação todos os dias. Por isso, existe a necessidade de um melhor aproveitamento desse recurso, visando à sustentabilidade, tendo em vista que a água de qualidade tem estado cada vez mais escassa. O conceito de ciclo hidrológico explica a movimentação das águas até a precipitação.

O ciclo hidrológico (Figura 1) caracteriza-se como uma sequência fechada de fenômenos pelos quais a água passa da superfície até atmosfera, sendo que a água chega à atmosfera no estado gasoso e retorna à superfície no estado líquido ou sólido "A transferência de água na superfície do Globo para a atmosfera, sob a forma de vapor, dá-se por evaporação direta, por transpiração das plantas e dos animais e por sublimação" (Weierbacher, 2008).

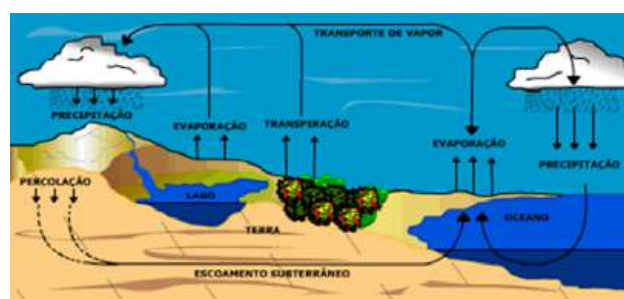


Figura 1. Ciclo hidrológico.

Fonte: Cnen (1996).

O processo pelo qual a água passa inclui as diversas transações em seu estado físico e todo o percurso até chegar novamente ao seu estado líquido.

O conceito de precipitação refere-se à água que cai das nuvens. Esta água sobe até as nuvens em forma condensada; o vapor de água se forma a partir da energia do sol. Quando as nuvens ficam carregadas, deixam cair a água em forma líquida ou sólida.

A partir do momento em que a água chega à superfície terrestre, oriunda da precipitação, tem início o fenômeno chamado deflúvio. Este é, simplesmente, a ação da lei da gravidade sobre o afluente pluvial. A água que cai nos lugares mais altos do continente escoar para os lugares mais baixos.

Quando se trata de água da chuva, atualmente a legislação brasileira a considera como esgoto, por entrar em contato com superfícies sujas, carreando todo tipo de impurezas. Porém, pode-se constatar melhor qualidade quando é analisado o seu aspecto antes de entrar em contato com superfícies contaminadoras.

Segundo Campolino (2005), somente as primeiras gotas de água da chuva levam consigo ácidos, poluentes atmosféricos e micro-organismos, sendo que, pouco tempo após o início da precipitação, a água adquire a característica destilada, sendo possível coletá-la em reservatórios abertos.

É importante ressaltar que, mesmo estando destilada, a água proveniente da chuva não é potável, ou seja, não é própria para consumo humano. Para tal, esse afluente precisa passar por processos de purificação. Porém, essa água pode ser utilizada para fins não potáveis.

Para que seja possível o aproveitamento da água da chuva, é necessário que haja um meio pelo qual essa água venha a ser captada e armazenada. Esse é o princípio pelo qual se faz um planejamento ou estudo para o aproveitamento desse recurso.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) designa a NBR 10844 (Norma Brasileira Regulamentadora), regulamentada no ano de 1989, para projetos de instalações de drenagem de águas pluviais. Esta tem como principais objetivos garantir ao sistema hidráulico pluvial níveis de segurança, confor-

to, higiene, economia e durabilidade. Um dos principais parâmetros a ser seguido, referente à norma em questão, é a utilização de um sistema separador comum, ou seja, o sistema de água pluvial deve ser projetado de maneira independente ao restante do sistema hidráulico da edificação.

Existe outra norma brasileira referente aproveitamento de águas pluviais, que é a NBR 15527, que especifica critérios normativos, exclusivamente, referentes ao aproveitamento desse recurso para fins não potáveis – em que a água a ser utilizada não atenda à Portaria número 518 do Ministério da Saúde.

Segundo a NBR 15527 (2007), as águas da chuva podem ser utilizadas, após tratamento adequado, por exemplo, para descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios e até mesmo para fins não residenciais, como para usos industriais.

ÁGUAS CINZAS

Entende-se como águas cinzas os efluentes provenientes das atividades domiciliares, como efluentes de pias, chuveiro e lavanderia. O conceito de águas servidas engloba todo tipo de águas domiciliares, porém, para águas cinzas, não se aplicam as águas provenientes de bacias sanitárias, estas se caracterizam como águas negras. É importante frisar que esse conceito de águas cinzas apenas se aplica ao Brasil, pois não existe consenso internacional para ele.

A oferta de águas cinzas nas edificações irá depender do nível de consumo de água dos residentes. Por consequência do aumento populacional nas regiões urbanas, tem sido constatado o aumento da demanda por água potável.

“No Brasil, o consumo médio per capita de água em 2006 foi de 145,1 litros/habitante/dia, maior que em 2003, que foi igual a 142,6 litros/habitante/dia” (Gonçalves, 2009).

Verifica-se, deste modo, que quanto maior o consumo per capita de água potável, maior é a oferta de água cinza nas edificações. Tratando-se de reuso, o âmbito de águas cinzas merece destaque por seu grande volume médio gerado, volume este que é

quase compatível ao que chega às residências pela rede pública de abastecimento.

Segundo a Associação Ijuense de Proteção ao Ambiente Natural (Aipan, 2007), as águas cinzas correspondem a um percentual que gira entre 50 e 80% das águas que se dirigem à rede de esgoto.

Sabe-se que as águas cinzas não recebem contribuição dos vasos sanitários, que são os mais afetados por contaminantes. Mas, em contrapartida, a limpeza das mãos ou até mesmo o banho são possíveis fontes de contaminação dos efluentes domiciliares. Isso deve ser levado em consideração, uma vez que o reuso de água prevê medidas de proteção à saúde pública e ao meio ambiente. Segundo o autor:

Micro-organismos, tais como vírus patogênicos, bactérias, protozoários e helmintos podem ser introduzidos em efluentes secundários pela lavagem de mão após uso do vaso sanitário, banho de bebês e crianças pequenas com a troca e lavagem de fraldas, além de vegetais não cozidos e carne crua (Almeida, 2007).

De modo geral, a qualidade das águas cinzas depende das diversas atividades domésticas realizadas, sendo que isso irá variar, uma vez que os costumes dos residentes se diferenciam, principalmente por conta das instalações hidráulicas, que, em algumas edificações, não seguem os padrões de qualidade estabelecidos pelas normas regulamentadoras.

O tipo de distribuição da água de abastecimento e a qualidade dela são outros fatores que influenciam na característica das águas de reuso.

Reuso de águas cinzas

O sistema de reuso de águas cinzas precisa ser projetado e disposto de forma isolada, ou seja, de uma maneira que seja totalmente independente do restante do sistema hidráulico residencial. Recomenda-se que a água oriunda desse sistema passe por um tratamento, mesmo que simples, para só então ser utilizada para os seus mais variados fins.

“A utilização de água cinza bruta em descargas sanitárias ou na irrigação de jardins é uma prática vigente em alguns países, apesar do aspecto relativamente desagradável da água de reuso” (Gonçalves, 2006).

Atualmente, uma grande variedade de tecnologias vem sendo aplicadas para esse tipo de reuso. Inúmeros benefícios são constatados quando se utilizam sistemas de reuso de água implantados nas residências, por receberem tratamento junto à fonte geradora e para o uso no próprio local. Outros diversos benefícios são constatados quanto à utilização das águas de reuso, no âmbito ambiental e econômico.

No âmbito econômico, evidencia-se o corte de custos referentes ao abastecimento residencial, corte este que corresponde a aproximadamente o percentual de água reusada. Esse benefício não é considerado o destaque dessa prática, já que no Brasil, apesar do recente aumento no valor do m³ de água, o valor médio gasto com abastecimento hídrico em residências de até dois pavimentos ainda é relativamente baixo.

É necessário que se conheça a média mensal da oferta residual da residência, desconsiderando o volume das chamadas águas negras, para descobrir a diferença entre o volume de água demandado e o volume de insumos gerado. Essa diferença representa a média do volume econômico de água mensal.

Em padrões monetários, a economia mensal de água corresponde ao cálculo do volume médio de água economizado por mês, pelo valor médio mensal gasto com o abastecimento público. Por fim, o prazo de retorno do investimento financeiro partirá do cálculo da divisão do valor orçado para a compra de materiais, implantação e manutenção do sistema, sobre a economia média mensal gerada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, utilizou-se uma pesquisa bibliográfica e um Estudo de Caso, seguindo Ferrão, R e Ferrão, L (2012). Para o reaproveitamento das águas de chuva em construções, como as de casas, foram verificadas as diferentes etapas, como as associadas ao sistema de captação da água em telhados pelas calhas, condução da água ao reservatório inferior, filtragem, tratamento e bombeamento para o reservatório superior para, depois, distribuição e utilizações (Rodrigues, 2010; Fernandes; Mattos, 2007; Orsi Sarubo, 2010; Fluxoambiental, 2015; Fuminas, 2015; Naturaltec, 2005).

SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

A água captada pelas coberturas percorre a superfície de captação, no caso do telhado, calhas, tubos de queda, reservatório inferior, bombeamento e reservatório superior para ser distribuída.

De acordo com Rodrigues (2010), a qualidade da água captada por essa superfície pode ser alterada por fatores como o material que compõe a telha e por resíduos que ali se depositam, sendo recomendado o não aproveitamento das primeiras águas.

Segundo Fernandes e Mattos (2007), a área do telhado e a quantidade de precipitação pluvial do local determinam o volume de água a ser captado pelo sistema. De acordo com Orsi e Sarubo (2010), após ser coletada pelo telhado, a água é direcionada para as calhas, dispositivos que impedem que a água receptada pela cobertura caia livremente, causando pequenas erosões no solo, principalmente quando a cobertura for semicircular.

A Figura 2 ilustra as calhas de seção retangular (Calhas Ipanema, 2015), trapezoidal (Calhas Ipiгуá, 2015) e semicircular (AECWeb, 2015), respectivamente.

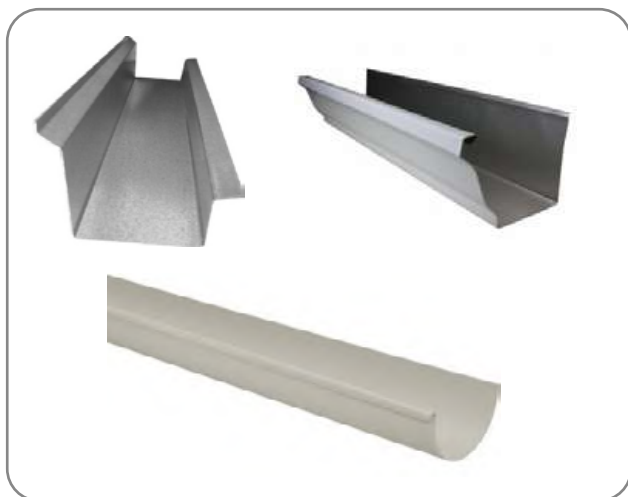


Figura 2. Calhas de seção retangular, trapezoidal e semicircular, respectivamente.

A calha de seção retangular é a de mais fácil fabricação e pode ser confeccionada de concreto, chapa galvanizada, PVC e alumínio; a de seção trapezoidal é a mais utilizada, por possuir uma forma mais elabo-

rada e ser produzida basicamente por chapa galvanizada; a semicircular possui menor utilização, por ser implantado na borda do telhado e ser produzida por materiais como concreto, cimento, amianto e PVC.

A água coletada na calha segue para os tubos de queda, que são os condutores verticais. Os tubos de queda interceptam a água coletada pelas calhas e as transportam para os condutores horizontais, que direcionam para o sistema de descarte das primeiras águas (Figura 3).



Figura 3. Tubos de queda.
Fonte: Coberfuzi- Produtos (2015).

O sistema de coleta de água pluvial deve dispor de uma caixa que retém as primeiras águas da chuva e, após ser preenchida, a água coletada segue diretamente por condutores horizontais, selecionando apenas a água limpa – por gravidade. A água limpa, então, segue para o filtro, item essencial para a retenção das folhas de árvores, frutos e outros elementos que entram em contato com o telhado. Ele pode ser encontrado em caleiras, tubos de queda e no sistema de rejeição das águas de primeiras chuvas, procedimento recomendado, dada a existência de poluentes e microrganismos.

Um exemplo de filtro a ser utilizado possui o corpo constituído por polietileno e o filtro interno em aço inox. Este filtro possui duas saídas: uma delas direciona os detritos retidos para a galeria pluvial, e a outra conduz a água filtrada para cisternas. (Figura 4).



Figura 4. Filtro polietileno.

Fonte: Creaconstruir.blogspot.com (2012).

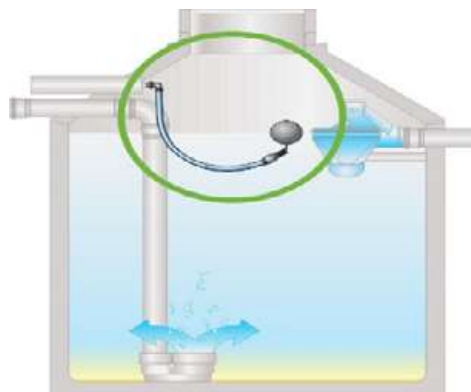


Figura 6. Conjunto flutuante.

Fonte: Fluxoambiental (2015).

As cisternas, por sua vez, são reservatórios de água que, dentro do sistema de águas pluviais, antecedem o bombeamento. Logo que a água entra na cisterna, ela passa pelo freio d'água, que fica localizado no fundo da cisterna. Ele impede que a água não agite os sedimentos depositados no fundo do reservatório.

Para que não haja excesso de água no reservatório, é implantado, na região superior da cisterna, o sifão-ladrão, que faz o descarte desse excesso para a rede pública de drenagem (Figura 5).

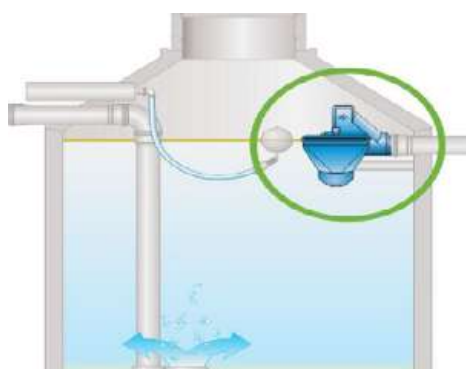


Figura 5. Sifão-ladrão.

Fonte: Fluxoambiental (2015).

O conjunto flutuante (Figura 6), constituído pela boia eletrônica e a mangueira, trabalham em conjunto. A boia mantém a mangueira na superfície, captando a água livre dos sedimentos depositados.

Ajudando no processo de bombeamento, o eletro-nível liga e desliga a bomba de acordo com o seu posicionamento. Por exemplo: quando a boia estiver posicionada para cima, o bombeamento é ativado; pelo contrário, quando estiver para baixo, o bombeamento é desativado, evitando que a bomba queime. Este bombeamento tem como objetivo transportar a água da cisterna para o reservatório superior, fazendo assim a distribuição para a residência.

Sistema de reuso de águas cinzas

Após sua utilização inicial, a água, já contaminada por impurezas, percorre os tubos que a direcionam até a caixa de armazenamento, que é a fase inicial do ciclo. A caixa de armazenamento tem a função tanto de reter o máximo possível de efluentes da água quanto de garantir volume e pressão às etapas seguintes.

Quanto ao tratamento do efluente, pode-se afirmar que tem seu início ainda na caixa de armazenamento, uma vez que, por influência da própria lei da gravidade, são acumulados resíduos grosseiros no fundo do tanque. Essa sedimentação só é possível por conta do freio d'água instalado no tubo de entrada do efluente, o que impede que a água se agite (Figura 7).

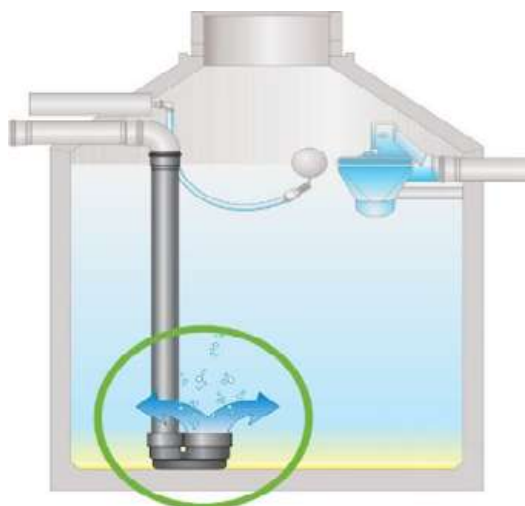


Figura 7. Freio d'água
 Fonte: Fluxoambiental.com.br (2015).

Quanto à limpeza da caixa de armazenamento, recomenda-se que seja feita manualmente, uma vez por semana, para evitar o acúmulo excessivo de impurezas.

A continuidade do ciclo se dá a partir do momento em que a água de reuso passa da caixa de armazenamento para a fase posterior e efetiva de tratamento. Após o tratamento preliminar, a água sai da caixa de armazenamento passando por um tubo situado na parte superior do reservatório, em destino às caixas de retenção. Por estarem em um nível inferior à caixa de armazenamento, a água faz esse percurso por ação da lei da gravidade, sem a necessidade de bombeamento.

Ao chegar às caixas de retenção, mostradas na Figura 8, a água passa por um processo mais refinado de purificação. Duas caixas são utilizadas a fim de realizar a retenção de sabão, sólidos e gorduras corporais. São caixas feitas em concreto armado aditivado, com revestimento semelhante ao do reservatório que as antecede, e não utilizam nenhum tipo de filtro ou produto químico para retenção das impurezas. Essa retenção é feita de maneira forçada e em duas etapas.



Figura 8. Caixas de retenção em concreto.
 Fonte: Fuminas (2015).

Na primeira etapa, ocorre a retenção por flotação, em que são retidos os materiais menos densos que a água. Em seguida, a água segue para a segunda caixa, onde passará por um processo mais efetivo de sedimentação (Figura 9).



Figura 9. Processo de flotação e de sedimentação, respectivamente.
 Fonte: A graça da química (2015) e Coceeducação.com.br (2015).

A comunicação entre as caixas de retenção é feita através de um tubo situado na parte inferior da primeira caixa e, ao mesmo tempo, na parte superior da segunda. Para que essa comunicação seja feita de maneira econômica, é necessário que a caixa de sedimentação esteja em um nível inferior à caixa de retenção por flotação. Usa-se um mecanismo de freio d'água para permitir que os sólidos se sedimentem (Figura 10)



Figura 10. Freio d'água.
 Fonte: Greensstore (2015).

Ao fim do estágio inicial de tratamento, a água parte por um tubo situado na parte superior da caixa de retenção em direção ao tanque de floculação e desinfecção. Nessa etapa, tem-se início o processo químico do tratamento, onde serão adicionados produtos químicos que auxiliem na melhoria da qualidade da água. Essa é uma caixa individual, mas que possui dois compartimentos. O primeiro compartimento é onde a água sofrerá o processo de floculação; esse é um processo de formação de flocos por aglutinação de partículas. Nesse compartimento, a água sofre a adição do composto sulfato de alumínio, muito utilizado em tratamento de piscinas. Esse composto provoca a união de partículas que se coagulam, originando outras de maiores dimensões, o que facilita a separação dos flocos, que são decantados ao final (Figura 11).



Figura 11. Floculação e decantação.
Fonte: Naturaltec (2005).

A adição do composto é feita através de um mecanismo dosador simples. Tremonhas mecanizadas são instaladas sobre o tanque, uma para cada compartimento. Adiciona-se o composto em pó dentro da máquina dosadora, que posteriormente o transporta, através de uma rosca transportadora, até o compartimento. É necessário ajustar o motor da rosca à frequência exata para o volume do compartimento (Figura 12).



Figura 12. Tremonha dosadora.
Fonte: Site tremonhas (2015).

Ao entrar em contato com o composto, a água começa a flocular, e os flocos de sujeira decantam, tornando a sua superfície mais pura. À medida que o nível dentro do tanque aumenta, a água é transferida, através de um sifão-ladrão, ao outro compartimento do tanque. Nesse compartimento, tem início o processo de desinfecção.

O processo de desinfecção consiste na adição de cloro em pó, e seu sistema de dosagem é semelhante ao do compartimento anterior. Nessa etapa, são eliminados alguns tipos de microrganismos presentes nas águas residuais.

Terminada essa etapa, a água, já tratada, é bombeada para um reservatório localizado em um nível superior ao restante do sistema. A partir desse reservatório, a água pode ser distribuída por gravidade. A coluna d'água gerada pela altura em que está localizado o reservatório da água de reuso trata proporcionalmente a economia, dispensando a necessidade de bombeamento. A água de reuso do presente sistema é destinada para rega de jardins, lavagem de pisos e automóveis, e para abastecimento de bacias sanitárias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o estudo, utilizou-se uma casa com dois pavimentos, conforme síntese da descrição a seguir: pavimento 1 - sala de estar, escritório com lavabo, cozinha, área de serviço e uma garagem (Figura 13); pavimento 2 - uma suíte, banheiro social e um quarto com saída para varanda, totalizando 39,22m² (Figura 14).

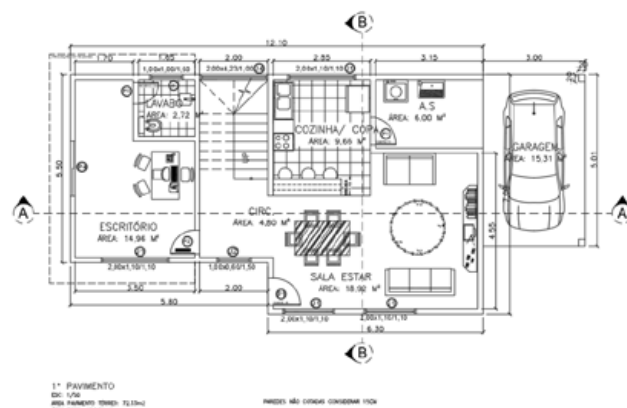


Figura 13 - Planta baixa 1º pavimento.
Fonte: Elaborado pelos autores.

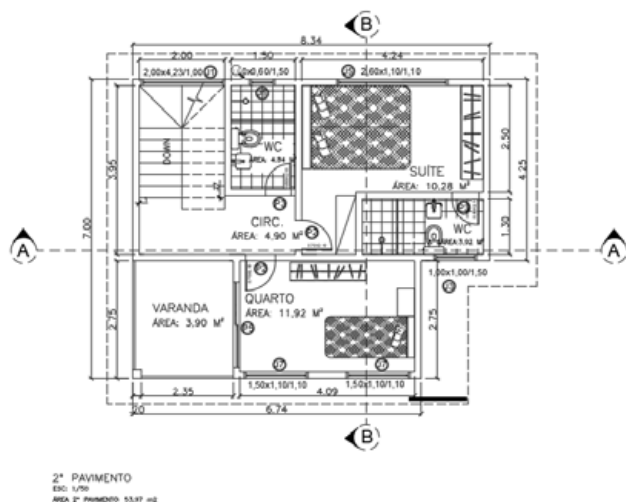


Figura 14. Planta baixa 2º pavimento.
 Fonte: Elaborado pelos autores.

A população estimada para a residência é de 4 moradores. A Tabela 1 mostra a média de consumo per capita de 150 l/dia.

Tabela 1. Distribuição dos consumos de água em equipamentos.

Tipo de consumo	Consumo actual, 2003		Consumo com equipamentos mais eficientes
	Por pessoa (l/hab/dia)	Por pessoa (l/hab/dia)	Habitação com 4 pessoas (litros/dia)
Sanitas			
- casa	45	20	80
- total	60	27	
Banhos	40	18	72
Máq. roupa	16	12	42
Máq. louça	8	4	14
Limpezas	6	4	16
Outros	6	4	16
Totais:			
Consumo em casa	121	62	240
Consumo diário	136	69	

Fonte: Neves (2003).

Segundo Verdade (2008), para se efetuar o dimensionamento da calha, deve-se levar em consideração quesitos como o provimento do escoamento da água, evitando assim o transbordamento e, consequentemente, o desperdício da água, além da intensidade da chuva para o cálculo de dimensão da calha. Adotou-se, para a calha e os tubos de queda de PVC, um diâmetro de 100mm (Figura 15).

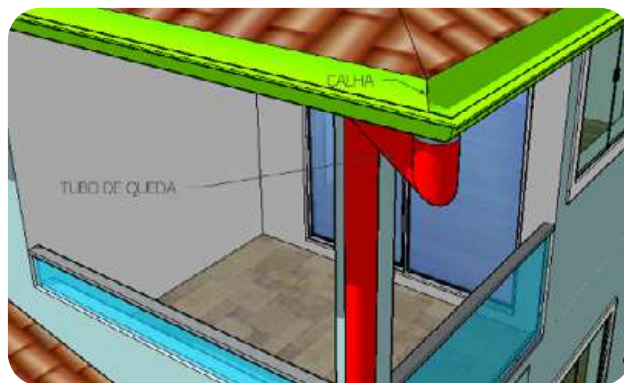


Figura 15. Calhas e tubos de queda.
 Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o sistema de descarte das primeiras águas, foi dimensionado de acordo com a área total de cobertura. Zanella (2015) considera que, a cada 1m² de cobertura, deve-se descartar 1 litro de água. Para a área de captação total de 138,42 m², deverão ser descartados 138,42 litros de chuva iniciais. Desse modo, a caixa de retenção deverá ter um volume de 14m³ (Figura 16).

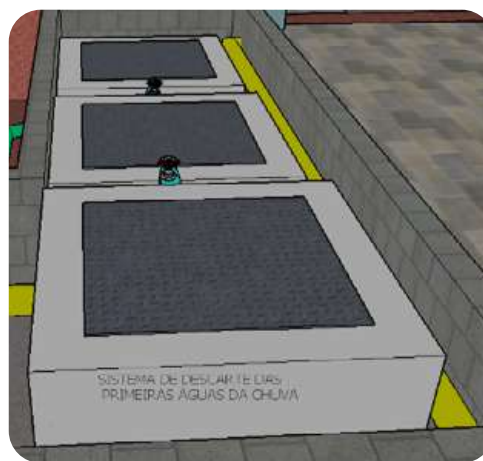


Figura 16. Descarte das primeiras águas.
 Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a realização da limpeza da água, utiliza-se um filtro VF1 da 3p Technik (Figura 17), que direciona os sedimentos retidos para a rede pública de águas pluviais e a água limpa para o reservatório inferior.

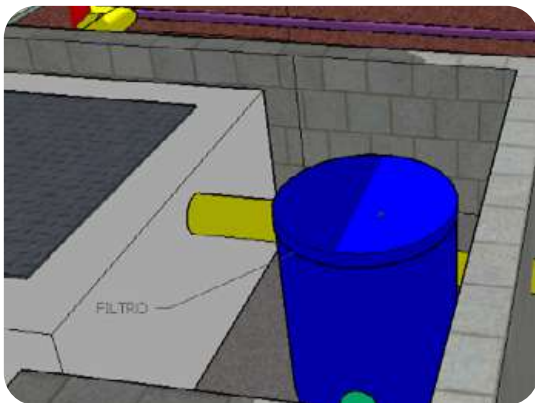


Figura 17. Filtro para limpeza.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Os reservatórios utilizados são de PVC, por possuírem baixo peso e fácil manuseio. O reservatório inferior tem a capacidade de 5.000 litros, enquanto o superior é de 2.000 litros (Figuras 18).



Figura 18. Reservatórios inferior e superior, respectivamente.
Fonte: Elaborado pelos autores.

O dispositivo utilizado para conversão de energia mecânica em energia hidráulica é a bomba de água periférica BP500 1/2 HP - Intech Machine. Esse dispositivo é ideal para a transferência de água limpa e isenta de sólidos de cisternas, rios, reservatórios e no abastecimento de residências. Por esse motivo, escolheu-se esta bomba hidráulica como melhor opção (Figura 19).

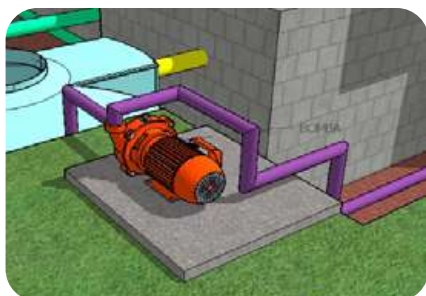


Figura 19. Bomba hidráulica.
Fonte: Elaborado pelos autores.

No funcionamento efetivo de um sistema de reuso, é necessário um eficiente mecanismo de captação e armazenamento. Essa é uma parte importante para o atendimento da demanda da residência em questão. Nessa fase, são determinadas as dimensões dos tubos de direcionamento dos efluentes domésticos, bem como as medidas da caixa de armazenamento (Figura 20).



Figura 20. Caixa de armazenamento.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Nessa etapa, são utilizados materiais que possuam boa resistência, pois são constatados diversos tipos de insumos que podem comprometer sua durabilidade. Por receber a água cinza bruta, essa é a parte do sistema que mais sofre pela ação de agentes químicos.

Para o sistema de captação, são utilizados tubos da série reforçada Silentium PVC (Policloreto de Vinila). São tubos de superfície interior lisa para evitar o acúmulo de sólidos, resistentes ao peso, à abrasão e à grande parte dos agentes químicos.

O padrão de resistência dos materiais foi seguido na escolha da caixa de armazenamento das águas residuais, tendo em vista que essa, por sua vez, sofre ainda mais por influência dos insumos presentes nos efluentes domésticos. Segundo Zanol (2011), a água cinza, quando armazenada por certo período, passa por um processo de formação de gases corrosivos, o que compromete ainda mais a durabilidade da caixa de armazenamento. A resistência dos materiais a serem utilizados é algo muito importante e que merece atenção especial. Se for levada em consideração que essa é a fase inicial do sistema de reuso, sabe-se então que qualquer problema nessa etapa comprometerá todo o ciclo.

No reservatório superior (Figura 21), há um sensor

de nível que faz a ativação e desativação da bomba. Esse sensor proporciona economia energética e melhora o manuseio do sistema.

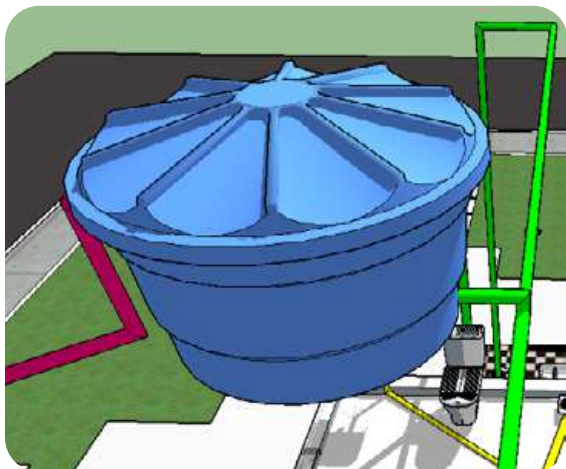


Figura 21. Reservatório de águas cinzas.

Fonte: Elaborado pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temática abordada neste trabalho mostra a problemática da crescente escassez hídrica no Brasil e alguns dos motivos pelos quais esse problema veio a se manifestar. A incidência dessa escassez traz inúmeras consequências negativas à sociedade, tendo em vista que a água é um elemento essencial para a vida. A situação se torna ainda mais alarmante quando constatado o gradativo e constante aumento da demanda populacional por água.

São constatadas no trabalho as possibilidades de reutilização das águas do sistema, bem como o principal benefício que essa prática proporciona ao meio ambiente. Observam-se restrições quanto ao reuso das águas residuais, cuja utilização é recomendada apenas para fins menos nobres.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. **Água, fatos e tendências**. Brasília: ANA - CEBDS, 2006. 7 p. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2006/AguaFatosETendencias.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2015.

ALMEIDA, G. **Metodologia para caracterização de efluentes domésticos para fins de reuso: estudo em feira de Santana, Bahia**: 2007. Disponível em: <http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/dissertacoes/dis_giovana.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10844: **Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, 1989. Disponível em: <http://www.unifra.br/professores/julianepinto/aula/Unidade_4_Aguas%20Pluviais.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 1527: **Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis- Requisitos**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://espiral.net.br/apoio-agua/2007-ABNT-%C3%A1guadachuva-aproveitamentodecoberturaem%C3%A1reasurbanas.pdf>>. Acesso em: 4 jun. 2015.

CAMPOLINO, R. **Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações**, 2005. Disponível em: <<http://www.pliniotomaz.com.br/dwloads/04campolino.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2015.

FERNANDES, D; NETO, V; MATTOS, K. **Viabilidade econômica do uso da água da chuva: Um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN/RN**, 2007. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGE_2007_TR650479_0552.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2015.

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, L. M. V. **Metodologia científica para iniciantes em pesquisa**. 4. ed. Vitória, ES: Incaper. 2012. 251p.

GONÇALVES, R. **Uso racional da água em edificações, 2006**. Apud FERREIRA, A. et al. **Unidades de produção agrícola controlada no semiárido para o tratamento de água cinza**, 2013. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Wxu_15eiwIAJ:www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/download/2330/pdf_845+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 26 de maio 2015.

GONÇALVES, R. **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**, 2009. Apud REBÉLO, M. Caracterização de águas cinzas e negras de origem residencial

e análise da eficiência de reator anaeróbico com chicanas, 2011. Disponível em: <<http://http://www.ctec.ufal.br/posgraduacao/ppgrhs/sites/default/files/dissertacaomarcellemariapaissilvarebelo.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

ORSI, M; SARUBO, R. **Captação e tratamento de águas pluviais para uso não potável**, 2010. Disponível em: <http://www.revistasapere.inf.br/downloads/segunda/ORSI_SARUBO.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2015.

RODRIGUES, J. **Sistemas de águas pluviais: Dimensionamento e aspectos construtivos**. 2010. Disponível em: <<http://www.repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/1/000143449.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2015.

TRATAMENTO de águas cinzas. Disponível em: <<http://www.aipan.org.br/biblio/aguas-cinxas-cinxas.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2015.

TUCCI, C; HESPANHOL, I; NETTO, O. **Gestão da água no Brasil**, 2011. Disponível em: http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/pol/gestao_agua.pdf. Acesso em: 17 maio 2015.

VERDADE, J. **Aproveitamento de águas das chuvas e reutilização de águas cinzentas**, 2008. Disponível: <<http://www.repositorioabertoup.pt/bitstream/10216/57595/2/textointegral-pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

WEIERBACHER, L. **Estudo de captação e aproveitamento de água da chuva na indústria moveleira bento móveis de alvorada**, 2008. Disponível em: <<http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/07leonardo.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2015.

ZANELLA, L. **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água 'da chuva**, 2015. Disponível em :<http://http://www.ipt.br/noticia/905-passo_a_passo:_agua_de_chuva.htm>. Acesso em: 18 jun. 2015.