



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL**

DIOGO ROMAN

**A IMPORTÂNCIA DO REÚSO DE ÁGUAS CINZAS PARA FINS
RESIDENCIAIS**

**UBÁ/MG
2017**

DIOGO ROMAN

**A IMPORTÂNCIA DO REÚSO DE ÁGUAS CINZAS PARA FINS
RESIDENCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Fundação Presidente Antônio Carlos – FUPAC, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Me. Liliane Souza Oliveira
Moni

**UBÁ/MG
2017**

RESUMO

Com a eminente escassez de água para o abastecimento da população, devido a grande degradação ambiental, aquecimento global e crescimento desordenado da população, faz-se necessário a busca por novas fontes de fornecimento deste insumo. Uma das formas de economizar água potável, que vem chamando a atenção de vários pesquisadores pelo mundo, é o reúso planejado delas, dentre elas as águas cinzas, que são as provenientes do banho, lavatórios e máquinas de lavar, por possuírem menos contaminantes que as águas negras geradas pelas descargas sanitárias e pias de cozinha. O reúso indicado, refere-se a fins menos nobres que não necessite da potabilidade. Para que o reúso não ofereça risco à saúde e proporcione o bem-estar do usuário é necessário a utilização de um processo de tratamento, sistema de coleta e distribuição independente da água potável.

Palavra-chave: Água. Escassez. Reuso. Águas cinzas. Sustentabilidade

ABSTRACT

With the imminent shortage of water to supply the population, due to great environmental degradation, global warming and disorderly population growth, it is necessary to search for new sources of supply of this input. One of the ways of saving potable water, which has attracted the attention of many researchers around the world, is the planned reuse of wastewater, among them the gray waters, which are bath water, washbasins and washing machines, because they have less contaminants than the black waters generated by sanitary discharges and kitchen sinks. The reuse indicated, refers to less noble ends that do not need the potability. So that reuse does not pose a health risk, and provides the user's well-being and is necessary to use a treatment process and system of collection and distribution independent of drinking water.

Keyword: Water. Scarcity. Reuse. Gray water. Sustainability

1 INTRODUÇÃO

A água é, sem dúvida, o recurso natural mais importante para a sobrevivência de toda a vida existente no mundo, ocupando $\frac{3}{4}$ do planeta e está presente em toda a atividade humana, como na agricultura, nas indústrias, na geração de energia elétrica, no abastecimento domiciliar dentre outras. Embora a quantidade de água existente no planeta continue sendo sempre a mesma, por se tratar de um recurso renovável devido ao ciclo hídrico, a quantidade de água potável, com qualidade para atender a demanda da população, vem se tornando cada vez mais escassa, devido ao crescimento desordenado da população urbana, a degradação, poluição do meio ambiente e as alterações climáticas. Hoje, a falta de água potável para o abastecimento domiciliar já é um problema enfrentado em diversas localidades.

Segundo Bazzarella (2005), o crescimento populacional e o desenvolvimento industrial, combinado com o uso irracional da água, têm aumentado, consideravelmente, a demanda e a produção de águas residuárias no mundo. Esses influentes, tanto de origem industrial quanto urbana, quando lançados no ambiente, degradam ainda mais os mananciais onde essas são captadas. Pensando nesse contexto, é fundamentalmente importante que se tome medidas de conservação, proteção e economia deste bem tão valioso e indispensável para a manutenção da vida humana das atuais e futuras gerações. Uma das formas de economia de água potável, proposto nesta pesquisa, é a reutilização das águas cinza, que são as provenientes dos banhos, dos lavatórios e da máquina de lavar para fins menos nobres como, descarga sanitária, lavagem de pisos e de carros, regagem de jardins e reutilização na lavagem de roupas, economizando desta forma a água fornecida pela concessionária local e diminuindo a quantidade de dejetos lançados na rede de esgoto.

Monteiro (2009) diz que o reúso direto planejado considera que a água deve passar por algum tratamento, de tal forma que ela reaproveitada apresente características físico-químicas e microbiológicas, que não proporcione risco ao usuário. Embora o país possua pouca legislação referente ao incentivo da reciclagem de águas cinza, os padrões relacionados estão mais envolvidos ao “adorno arquitetônico, exigindo grau de transparência, ausência de cor, espuma ou qualquer outra substância ou componentes flutuantes” (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, FIESP 2005). Desta forma, o emprego de filtro para a desinfecção das águas cinza é imprescindível para o funcionamento do sistema, a fim de fornecer uma água não potável, mas que não ofereça riscos à saúde e proporcione o bem-estar do usuário.

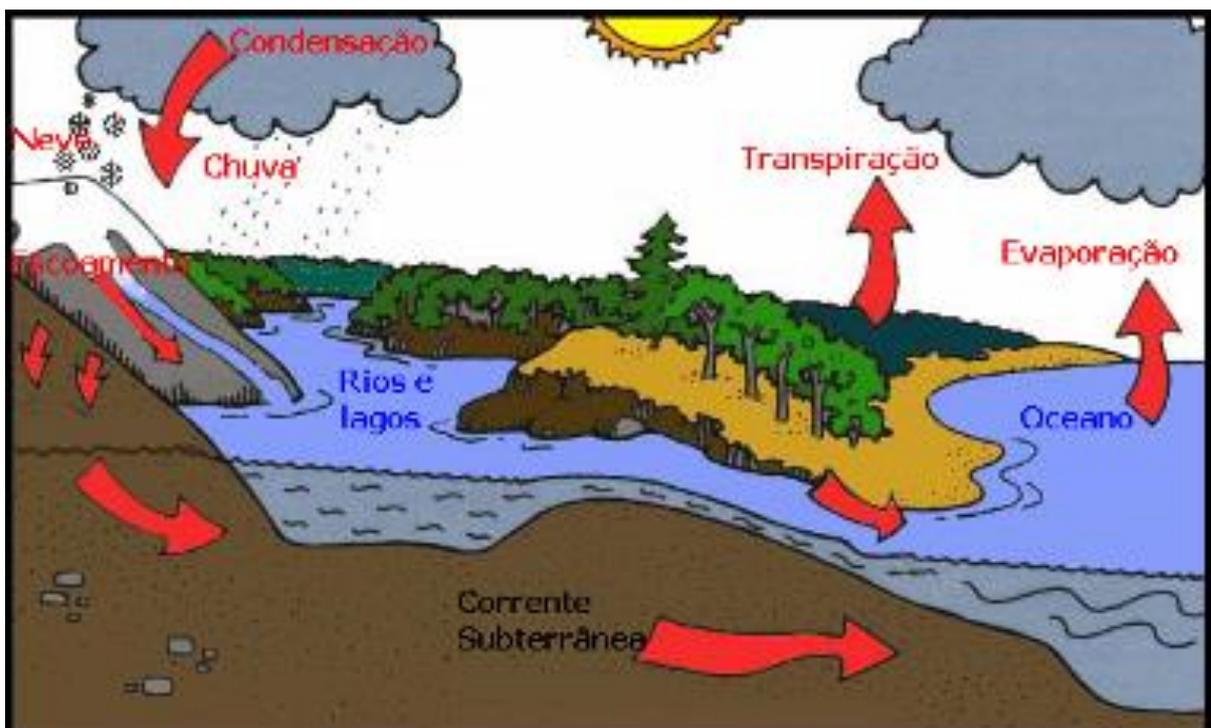
A pesquisa tem como objetivo descrever a importância do reúso de águas cinzas, tratando das formas de instalações; processos de filtragem; características da água de reúso, verificando se é ou não economicamente viável, visando o conceito de sustentabilidade e conservação dos recursos hídricos.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Água

A água é um recurso natural, considerado renovável e de volume constante no planeta. Segundo Telles e Costa (2010) é através de seus estados físicos (sólido, líquido e gasoso) que a água se recicla na natureza. Pelas condições climáticas, geográficas e meteorológicas, a água apresenta-se em forma de vapor, neblina, chuva ou neve. Atingindo a superfície dos oceanos, mares, continentes ou ilhas, caracterizando dessa forma como um recurso renovável e migratório, de caráter aleatório, de forma a manter constante seu volume. Na FIG. 1 observa-se o ciclo hidrológico.

Figura 1 – Ciclo hidrológico



Fonte: Bazarella (2005)

Embora ocupe $\frac{3}{4}$ de nosso planeta, a água doce disponível não soma mais que 3%. Destes, cerca de 75% estão congelados nas calotas polares e 10% reservadas em aquíferos. Então, apenas 15% de água doce do mundo estão disponíveis para o consumo, e, sua reserva, tem-se reduzido com o aumento da população, pelos diversos tipos de uso e pela degradação do meio ambiente (TUNDISI, 2003).

Até pouco tempo atrás a água era um exemplo de "bem não econômico", ou seja, aquele que é tão abundante e inesgotável que não tem, portanto, valor econômico. Entretanto, nos últimos anos, este quadro está mudando. A escassez de água nos grandes centros urbanos é iminente, devido ao crescimento acelerado das populações, ao lançamento de efluentes sem tratamento que poluem os mananciais e a necessidade cada vez maior de uso deste insumo nas indústrias e na agricultura, impulsionada pelo crescimento econômico (SANTOS, 2008).

Deve-se também considerar que as mudanças em curso no planeta poderão afetar, drasticamente, os recursos hídricos do mundo. Essas mudanças globais, em parte resultantes da aceleração dos ciclos produtivos e contribuição de gases de efeito estufa para a atmosfera, também poderão interferir nas características do ciclo hidrológico, afetar a temperatura das águas superficiais de lagos, rios e represas, alterar a evapotranspiração e produzir impactos diversos na biodiversidade. Elas poderão ter efeitos na agricultura, na distribuição da vegetação e, conseqüentemente, poderão alterar a quantidade e qualidade dos recursos hídricos (TUNDISI, 2003).

Desta forma, enfrentaremos, em um futuro próximo, uma crise de abastecimento deste recurso indispensável para a manutenção da economia, da biodiversidade, da vida e da existência do planeta. Segundo Telles e Costa (2010), os mananciais do planeta estão secando gradativamente, fato esse que somando ao crescimento desordenado da população, à poluição, a degradação do meio ambiente e ao aquecimento global, tem tendência a reduzir em um terço nos próximos 20 anos a quantidade de água disponível para cada pessoa no mundo. Os autores seguem dizendo que a situação crítica deverá atingir cerca de 30 países no ano de 2025, o que sugere a "guerra eminente da água".

2.2 Escassez de água no Brasil

O Brasil é um país privilegiado no quesito hídrico, não possui 3% da população mundial, mas 12% da água doce do planeta está localizada em seu território. Essa participação sobe para 18% quando se considera apenas a água de superfície, excluindo-se as reservas em aquíferos subterrâneos, e os lençóis freáticos. As reservas superficiais brasileiras somam escoamento médio de quase 180 milhões de litros por segundo. Onze dos 50 rios mais caudalosos do mundo estão aqui. O país também aparece bem no subsolo, metade do território

nacional acomoda 20 bacias que garantiriam uma vazão de 42,3 milhões de litros por segundo. (EM DISCURSSÃO..., 2014. P.7)¹. Na FIG. 2 observamos o rio Amazonas.

Figura 2 –Rio Amazonas



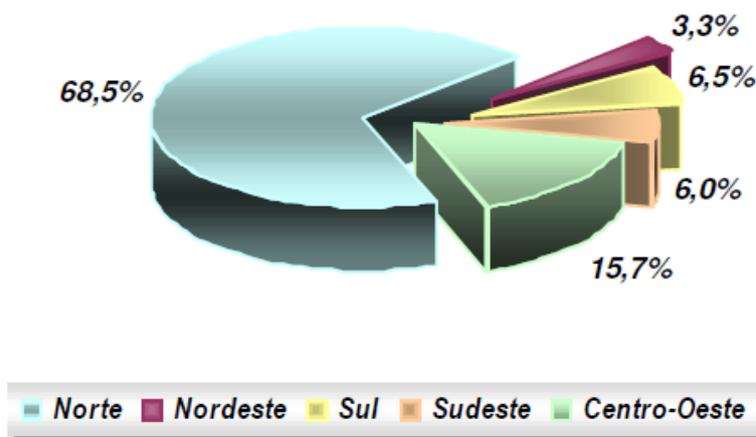
Fonte: (<http://originalmiles.com.br>)²

Dito isso, fica difícil de acreditar que um país com tanta diversidade hídrica, vem sofrendo proplemas referente a escassez de água, principalmente, no que se refere ao abastecimento residencial urbano. Um dos motivos apontados por Rapoport (2004), é a má distribuição demográfica existente no Brasil, onde 68,5% da água doce encontra-se na região norte e 31,5% nas demais regiões, as guais concentram 95% da população do país. A FIG 3, mostra a distribuição hídrica no Brasil.

¹ Disponível em: < https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/escassez-de-agua/@@images/arquivo_pdf/ >. Acesso em: 20 out. 2017.

² Disponível em: < <http://www.originalmiles.com.br> >. Acesso em: 05 nov. 2017.

Figura 3 - Distribuição de água doce no Brasil



Fonte: May (2009)

No Brasil, o problema da escassez não está relacionado somente a má distribuição geográfica, mas também a grande poluição dos mananciais, onde esta água é disponibilizada para captação, o grande consumo industrial e agrícola, a impermeabilização do solo pelo crescimento da população urbana, e para agravar, a prolongada estiagem, que algumas regiões do país vem enfrentando.

Segundo (EM DISCURSSÃO...,20014. P.8)³, o país padece, em diversas regiões, de uma preocupante falta de chuva, que colocou boa parte dele em risco real e imediato de racionamento. Faltar água nas áreas semiáridas do Nordeste já é fenômeno secular, a região viveu sua pior seca em 50 anos, entre 2012 e 2013, afetando quase 10 milhões de pessoas e mais de 1.200 municípios. Com a mais baixa precipitação pluviométrica em décadas na Região Sudeste como um todo, não só o desabastecimento de água virou ameaça na maior cidade do país, São Paulo, como também o temor de crise elétrica.

Tundisi (2003) faz um apanhado geral da atual situação da escassez de água que cada região brasileira vem atravessando.

- Região Norte: é a mais abundante em disponibilidade hídrica, principalmente levando em conta a baixa densidade demográfica, entretanto, as condições sanitárias (drenagem de esgoto e tratamento de água) são precárias agravando o problema da saúde humana;

³Disponível em: < https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/escassez-de-agua/@@images/arquivo_pdf/ >. Acesso em: 20 out. 2017.

- Região Sudeste: o crescimento da urbanização, a ampliação do parque industrial e a intensificação das atividades agrícolas, além do crescimento populacional e da diversificação dos múltiplos usos, sem contar longos períodos de estiagem, tornaram a água um bem cada vez mais escasso;
- Região Sul: o problema também está relacionado com a diminuição de água por habitante, o aumento das atividades agrícolas e industriais, o aumento do custo de tratamento e a diversidade dos usos múltiplos;
- Região Nordeste: a escassez, a contaminação por doenças tropicais de veiculação hídrica e a falta de saneamento. Deve ser acrescido de que as águas disponíveis na superfície e no aquífero podem ser salobras, o que causa diminuição no potencial de uso;
- Região Centro Oeste: tem uma área de alta biodiversidade, única no mundo, o pantanal matogrossense, altamente ameaçado no ponto de vista ecológico, quantitativo e qualitativo pela diversificação dos impactos (desmatamento, criação de gado, hidrovias e excesso de atividades turística).

“O que falta no Brasil não é água, mas determinado padrão cultural que agregue ética e um melhor empenho dos governantes, da sociedade como um estado, das ações públicas e privadas, promotoras do desenvolvimento econômico em geral e da água doce em particular” (TELLES e COSTA, 2010, P.79). Os autores seguem dizendo que é necessário:

- que os poderes públicos, em geral, realizem os investimentos necessários para um eficiente gerenciamento, controle e fiscalização das condições de uso, e proteção dos recursos hídricos;
- que as empresas de saneamento básico, forneçam com eficiência, a água de qualidade garantida, coletando e tratando o esgoto;
- que a sociedade por sua vez, reveja sua atitude de descaso em relação ao abuso e desperdício, como se a água fosse um recurso ilimitado, de propriedade particular e individual.

Enquanto isso, mais de 40 milhões de brasileiros não recebem água de forma regular, não podem confiar na qualidade da mesma que chega nas suas torneiras e vivem num penoso regime de rodízio ou de fornecimento muito irregular da água” (REBOLÇAS, 2003, P.342).

2.3 Economizar para não faltar

Um dos grandes problemas enfrentados referente ao uso domiciliar da água está relacionado ao desperdício, é preciso que todos tomem consciência do grande caos que as gerações futuras, até mesmo as atuais, enfrentarão diante à escassez de água.

Os autores, Fernandes e Fiori e Pizzo (2004), mencionam que impera no Brasil uma cultura de desperdício em relação à água que precisa ser alterada. Eles seguem dizendo, que desperdício, é deixar a água potável escoar pelo “ralo”, sem que seja utilizada. Como exemplo, citam que um vazamento que enche uma xícara de 125ml em 10 minutos, desperdiçará 6.750 litros de água por ano. Isso equivale a beber 90 copos de água de 200 ml, por dia, durante um ano. Seguem dizendo que 20% dos vasos sanitários das casas norte-americanas têm vazamento atualmente, e no Brasil, esse número se eleva para 70%. Em geral, os usuários nem sabem disso. Em um ano, um vazamento sanitário é capaz de desperdiçar mais de 83 mil litros de água, o que é suficiente para se tomar quatro banhos por dia, durante um ano.

Para restabelecer o equilíbrio entre oferta e demanda de água, garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social é necessário que métodos e sistemas alternativos modernos sejam desenvolvidos e aplicados em função de características de sistemas e centros de produção específicos. Nesse sentido, reúso, reciclagem, gestão da demanda, redução de perdas e minimização da geração de efluentes se constituem, em associação às práticas conservacionistas, as palavras-chaves mais importantes em termos de gestão de recursos hídricos e de redução da poluição (FIESP, 2005).

Bazarella (2005), refere-se a “Conservação de água” como sendo um conjunto de ações que propiciam a economia da mesma, seja nos mananciais, no sistema público de abastecimento ou nas habitações. Restringindo-se ao cenário das habitações, de acordo com o Manual de Conservação e Reúso de Água em Edificações, elaborado pela FIESP (2005), a conservação dela pode ser definida como qualquer ação que reduza a quantidade extraída em fontes de suprimento, diminua o consumo, elimina o desperdício de água, aumente a eficiência do uso da mesma ou aumente a reciclagem e o seu reúso.

“Juntamente com a preservação do meio ambiente sob todos os seus aspectos, a necessidade de economizar água vem sendo apontada como alternativa para se contornar o problema da escassez”(RAPOPORT, 2004, P.12).

2.4 Reúso de água

Com o aumento da escassez de água potável, se faz necessário a busca por fontes alternativas para a manutenção da vida, da economia e do ecossistema do planeta. Um dos meios que vem se difundindo e chamando a atenção de vários pesquisadores, é o reúso da água. Segundo Silveira (2008), a água reaproveitada pode ser utilizada na recarga do lençol freático, na geração de energia elétrica, na reabilitação de corpos d'água nas indústrias, na refrigeração de equipamentos, lavagem de ruas e feiras livres, em limpeza de monumentos, sistemas de controle de incêndio, limpeza de banheiros e pátios, descargas sanitárias, fontes luminosas, etc. Em vários países do mundo o reúso planejado da água já é uma solução adotada com sucesso em diversos processos.

Segundo Santos (2008), a escolha de fontes alternativas de abastecimento de água e o seu reúso é um caminho inteligente para combater a escassez do produto. A reutilização ou reúso da água, bem como o uso de águas residuárias, não é um conceito novo e tem sido praticado de várias formas, há muitos anos. Existe, por exemplo, relatos de sua prática na Grécia Antiga, China, e América Andina. A demanda crescente, atualmente, por água e a escassez de recursos hídricos têm feito do reúso planejado da água um tema atual e de grande importância.

A grande vantagem da utilização da água de reúso é a preservação da água potável, reservando-a, exclusivamente, para o atendimento das necessidades que exijam a sua potabilidade para o abastecimento humano. Além disso, há diminuição da demanda sob os mananciais de água pura devido à substituição da fonte, ou seja, substituição de uma água de boa qualidade por outra inferior, porém, que contenha qualidade requerida para o destino traçado para ela (FIORI, FERNANDES e PIZZO, 2004).

“Em um futuro próximo, serão imprescindíveis novos projetos, elaborados e administrados na perspectiva da sustentabilidade econômica, social e ambiental, para atender a demanda de água, buscando novas fontes que propiciem seu uso mais eficiente” (TELLES e COSTA 2010, P. 155).

Santos (2008), define o reúso de água pela utilização da mesma, por duas ou mais vezes, após tratada ou não. É usada com diferentes propósitos, como por exemplo, minimizar os impactos causados pelo lançamento de esgotos sem tratamento nos mananciais, a fim de se preservar os recursos hídricos existentes e garantir a sustentabilidade, a exemplo do que é feito pela natureza através do ciclo hidrológico. Em vários países do mundo, o reúso planejado da água já é uma solução adotada com sucesso em diversos processos. Neste

sentido, deve-se considerar o reúso como parte de uma atividade mais abrangente, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, a minimização da produção de efluentes e do consumo de água. O autor segue dizendo, que a racionalização do uso aliada ao reúso geram um instrumento de gestão ambiental dos recursos hídricos. Com a sua utilização o Brasil estará apto ao enfrentamento sustentável da escassez iminente.

Entretanto, qualquer técnica aplicada, estará sujeita à relação custo-benefício. Embora, as necessidades de preservação ambiental ultrapasse este conceito, ratifica a vivência sustentável como o único caminho de sobrevivência e desenvolvimento humano, ou seja, de uma forma ou de outra o próprio meio ambiente se manifestará. A conscientização ocorre em escalas múltiplas, mas ainda é tímida e limitada a contextos culturais e econômicos. O reúso, embora reconhecido como uma das opções mais inteligentes para a racionalização dos recursos hídricos, não foge a regra, depende da aceitação popular, aprovação mercadológica e vontade política para se firmar como tecnologia eficiente (TELLES e COSTA, 2010).

2.4.1 Tipos de reúso

Segundo Telles e Costa (2010), para que se entenda as diversas formas de reúso deve-se lembrar que a captação de uma estação de tratamento de esgoto, na maioria das vezes, é feita em mananciais. Quando esta água é reutilizada, consideram-se algumas de suas aplicações como reúso, mesmo de forma direta ou indireta, decorrentes de ações planejadas ou não:

- reúso indireto não planejado da água: é quando o esgoto é lançado em um corpo hídrico (após ser tratado ou não), onde ocorre sua diluição, podendo ser reaproveitado em sua jusante de maneira não intencional e não planejada;
- reúso indireto planejado da água: ocorre quando o esgoto tratado é lançado de forma planejada nos corpos de água superficiais ou subterrâneos para serem utilizados, de maneira controlada, no atendimento de algum benefício;
- reúso direto planejado da água: ocorre quando o esgoto, depois de tratado, é encaminhado, diretamente, até o local de reúso, não sendo descarregados no meio ambiente;

- reciclagem da água: é o reúso interno da água antes de sofrer algum tipo de tratamento ou ser descartada, funciona como fonte suplementar de abastecimento e é um caso particular do reúso direto planejado.

Já Bazarella (2005), classifica-o como reúso potável e não potável, como forma de simplificar a classificação, Bazarella ainda diz, que o reúso potável divide-se em direto e indireto. O reúso potável direto ocorre quando o esgoto é recuperado por meio de tratamento avançado e reutilizado, diretamente, no sistema como água potável, já o indireto ocorre quando o esgoto, após o tratamento, é disposto nas coleções de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como água potável. O reúso não potável é quando a água, após sua utilização, passa por algum tipo de tratamento e assume características de água de reúso para fins não potáveis, sendo utilizada para uso múltiplos, como por exemplo: fins agrícolas, industriais, domésticos, recreacionais, manutenção de vazões, agricultura e recarga de aquíferos subterrâneos.

Para o reúso não potável o manual da FIESP (2005), sobre conservação e reúso de água em edificações, separa a água de reúso em classes de acordo com a qualidade exigida para cada fim, que são:

- água de reúso classe 1: os principais usos para as águas tratadas desta classe, nos edifícios, são, descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos e fins ornamentais (chafarizes, espelhos de água etc.), lavagem de roupas e de veículos. Apesar desta aplicação incorporar diversas atividades, todas convergem para a mesma condição de restrição que é a preocupação com a saúde do usuário. Outro fator de grande importância, relativo aos usos benéficos em consideração, diz respeito aos aspectos estéticos da água de reúso. Neste caso, ele está vinculado ao “adorno arquitetônico”, exigindo grau de transparência, ausência de odor, cor, espuma ou quaisquer formas de substâncias ou componentes flutuantes;
- água de reúso classe 2: os usos preponderantes nessa classe são associados às fases da construção civil como, lavagem de agregados, preparação de concreto, compactação do solo e controle de poeira;

- água de reúso classe 3: o uso preponderante das águas dessa classe é na irrigação de áreas verdes e rega de jardins. Neste caso, a maior preocupação do emprego da água de reúso fica condicionada às concentrações de contaminantes biológicos e químicos, incidindo sobre o meio ambiente e o homem, particularmente, o operário que exerce suas atividades nesse ambiente. Alguns dos principais problemas relacionados com o gerenciamento da qualidade da água são: salinidade, toxicidade;
- reúso de água classe 4: o uso preponderante para esta classe é no resfriamento de equipamentos nas indústrias.

Um exemplo do tipo de reúso e sua aplicação é citada por Santos (2008), quando diz que, em uma casa, se direcionar a água servida de lavatórios, chuveiros, tanque, máquinas de lavar roupa, para um tratamento e uma redistribuição para descargas, irrigação de jardins, lavagem de pisos, ou seja, atividades que não demandam água potável, estamos fazendo reúso direto planejado de água. Dentro dessa perspectiva, os esgotos tratados têm um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos, como um substituto para o uso de águas destinadas a fins que podem prescindir desse recurso dentro dos padrões de potabilidade.

3 REÚSO DE ÁGUAS CINZAS

“Água cinza para reúso é o efluente doméstico que não possui contribuição da bacia sanitária e pia de cozinha, ou seja, os efluentes gerados pelo uso de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas em residências, escritórios comerciais, escolas, etc” (FIESP, 2005, P. 22).

Segundo Bazarella (2005), o reúso de água cinza enquadra-se no não potável. Ela pode ser utilizada, principalmente, para o reaproveitamento doméstico (rega de jardins residenciais, lavagem de veículos e de áreas impermeáveis, descarga de vasos sanitários) e agrícola. A autora segue dizendo, que diferentes tipos de água cinza podem ser adequados para diferentes tipos de reúso e irá requerer diferentes tipos de tratamento, dependendo do reúso que se pretende dar a ela.

Em uma escala residencial, o sistema de aproveitamento de água cinza apresenta como pontos positivos, a economia de água potável e menor produção de esgoto sanitário. Outra vantagem do reúso de água cinzas é que, de forma adversa da água de chuva, cuja oferta

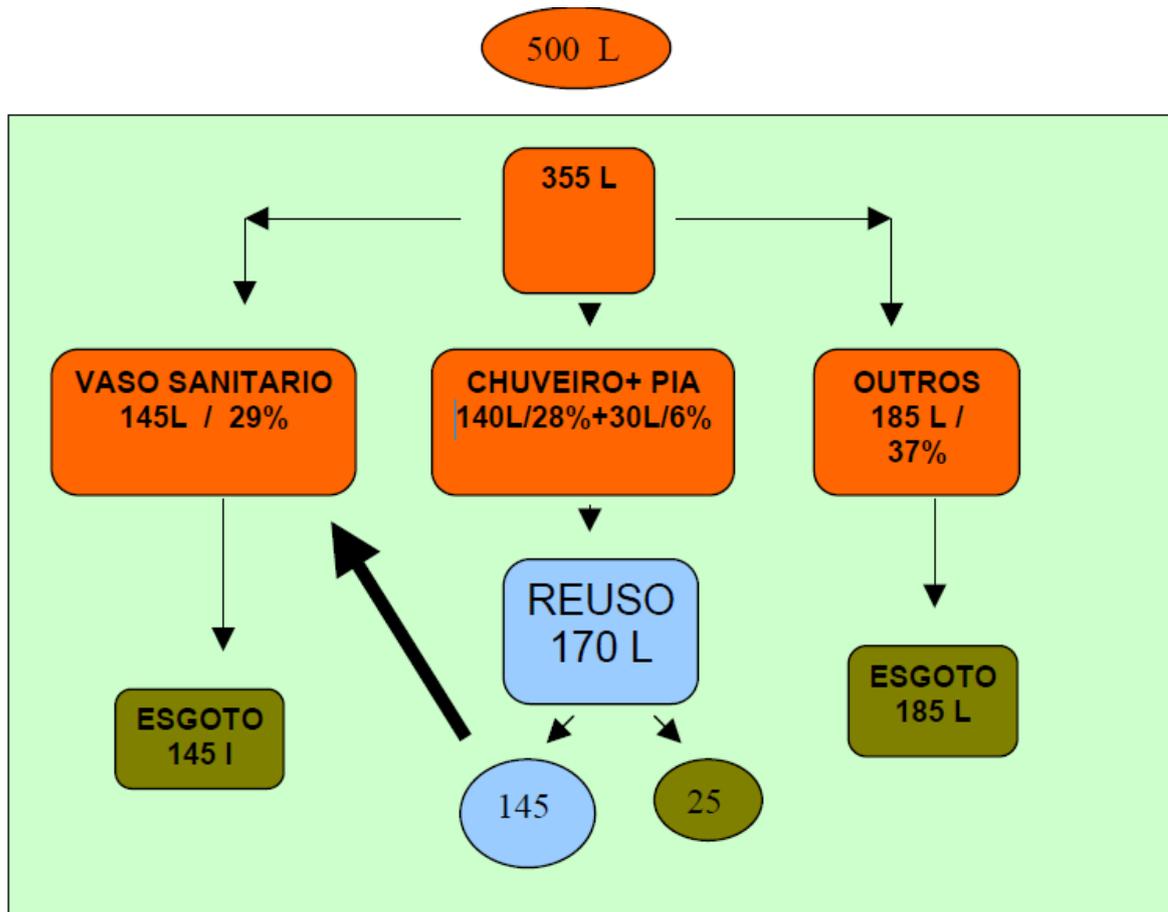
depende de fatores climáticos, a geração de água cinza é proporcional ao consumo de água. Por isso, dificilmente haverá falta de água de reúso para abastecimento dos usos não potáveis nas edificações que adotam esse sistema. Todavia, não se descarta a possibilidade de falta entre a demanda e a oferta, situação essa que pode ser atenuada através da implantação de um reservatório de estocagem (SCHROEDER 2016).

Segundo o Programa de Pesquisa em Saneamento Básico PROSAB (2006), que dedica um capítulo sobre o referido assunto, diz que o reúso de águas cinzas pode resultar em economia de água potável, de energia elétrica e menor produção de esgoto sanitário na escala das edificações. Em uma escala maior, resulta em preservação dos corpos d'água, por diminuir a quantidade dela captada e por reduzir o lançamento de esgoto sanitário pelas áreas urbanas, além de minimizar o consumo de energia elétrica. O programa ainda menciona que a água cinza pode ser condicionada até atingir características compatíveis com qualquer tipo de reúso, inclusive potável direto, como no caso da estação espacial internacional.

Não se trata de pensar em curto prazo, mas sim em médio prazo, quando provavelmente, a exemplo do que está acontecendo em outros estados brasileiros, poderá faltar água de qualidade para consumo. Neste sentido, o reúso das águas cinzas, que são as águas provenientes de todas as atividades domésticas com exceção de fontes de águas negras tais como sanitários bidês, urinol e pias de cozinha, vem sendo estudadas com forma de reúso tanto em irrigação como em unidades familiares (RAPOPORT, 2004).

Outro ponto positivo no que diz respeito ao reúso de águas cinza, é referente a economia financeira. Segundo Rapoport (2004), o incentivo a alternativa de reúso das águas cinzas, está no fato de que o sistema típico de tarifação do consumo dela, nas grandes cidades brasileiras, foi multiplicado, na maioria das vezes, por dois, uma vez que o esgoto é tarifado na mesma conta. Desta forma, ao se reaproveitar um litro de água, além de estarmos reduzindo o consumo, estaremos economizando tarifa equivalente a dois litros na conta e preservando a água de qualidade para fins nobres. A FIG.4, mostra a economia no consumo de água, que pode ser gerada em uma residência que fizer o reúso de águas cinzas, apenas para descargas sanitárias.

Figura 4 – Economia com reúso de água cinza.



Fonte Rapoport (2004)

3.1 Qualidade e restrições

A água cinza contém componentes decorrentes do uso de sabão ou de outros produtos para lavagem do corpo, de roupas ou de limpeza em geral. Suas características em termos de quantidade e de composição, variam de acordo com os seguintes fatores: localização, nível de ocupação da residência, faixa etária, estilo de vida, classe social, costumes dos moradores e com o tipo de fonte de água cinza que está sendo utilizado (lavatório, chuveiro, máquina de lavar etc.) (SANTOS 2008).

Segundo o manual da (FIESP, 2005, P 50), “utilizar água não proveniente da concessionária traz o ônus de alguém se tornar “produtor de água” e, portanto, responsável pela gestão qualitativa e quantitativa deste insumo”. No entanto, cuidados específicos devem ser considerados para que não haja risco de contaminação à pessoas, produtos ou dano a equipamentos. O mesmo manual dita exigências mínimas para o reúso não potável da água, para diferentes tipos de uso, que são:

- água para irrigação, rega de jardim, lavagem de pisos: não deve apresentar mau cheiro, conter componentes que agriçam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas, não ser abrasiva, manchar superfícies, propiciar infecções, contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;
- água para descarga em bacias sanitárias: não deve apresentar mau cheiro, ou ser abrasiva, não manchar superfícies, não deteriorar os metais sanitários, não propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;
- água para lavagem de veículos: não deve apresentar mau cheiro ou ser abrasiva, manchar superfícies, conter sais ou substâncias remanescentes após secagem, propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;
- água para lavagem de roupa: deve ser incolor, não deve ser turva, não apresentar mau cheiro, deve ser livre de algas e de partículas sólidas, ser livre de metais, não deteriorar os metais sanitários e equipamentos, não propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;
- água para uso ornamental: deve ser incolor, não deve ser turva, ou apresentar mau cheiro, não deteriorar os metais sanitários e equipamentos, não propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

Segundo o Manual de Conservação e Reutilização de Água da FISP (2005), o reúso de águas cinza pra fins domésticos, como lavagem de carros e pisos, rega de jardins, lavagem de roupas e descargas sanitárias, se enquadra no reúso de água classe 1, que tem como parâmetro de qualidade o exposto na TAB. 1.

Tabela – 1 Parâmetros para água de reúso classe 1

Parâmetros	Concentrações
Coliformes fecais ¹	Não detectáveis
pH	Entre 6,0 e 9,0
Cor (UH)	≤ 10 UH
Turbidez (UT)	≤ 2 UT
Odor e aparência	Não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	≤ 1 mg/L
DBO ² (mg/L)	≤ 10 mg/L
Compostos orgânicos voláteis ³	Ausentes
Nitrato (mg/L)	< 10 mg/L
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	≤ 20 mg/L
Nitrito (mg/L)	≤ 1 mg/L
Fósforo total ⁴ (mg/L)	≤ 0,1 mg/L
Sólido suspenso total (SST) (mg/L)	≤ 5 mg/L
Sólido dissolvido total ⁵ (SDT) (mg/L)	≤ 500 mg/L

1. Esse parâmetro é prioritário para os usos considerados.
2. O controle da carga orgânica biodegradável evita a proliferação de microrganismos e cheiro desagradável, em função do processo de decomposição, que podem ocorrer em linhas e reservatórios de decomposição.
3. O controle deste composto visa evitar odores desagradáveis, principalmente em aplicações externas em dias quentes.
4. O controle de formas de nitrogênio e fósforo visa evitar a proliferação de algas e filmes biológicos, que podem formar depósitos em tubulações, peças sanitárias, reservatórios, tanques etc.
5. Valor recomendado para lavagem de roupas e veículos.

Fonte: (FIESP 2005)

De acordo com May (2009), a identificação e a caracterização do risco potencial da presença de organismos na reutilização de águas cinza, são a base para o sucesso do uso desses sistemas. O conhecimento técnico sobre o tipo de tratamento a ser aplicado, a eficiência dele e, principalmente, o atendimento aos requisitos mínimos de qualidade, para que essas águas sejam reaproveitadas e reutilizadas de forma segura.

3.2 Tratamento

Segundo a PROSAB (2006), estudos realizados no Brasil e no exterior indicam que as águas cinzas contêm elevados teores de matéria orgânica, de sulfatos, além de turbidez e de moderada contaminação fecal, também presença de compostos orgânicos rapidamente biodegradáveis na sua constituição. Por tais motivos, seu reúso direto nas edificações (em estado bruto) não é recomendável, tendo em vista, sobretudo, o aspecto desagradável e à possibilidade de produção de mau cheiro nas instalações sanitárias. Para a obtenção de água de reúso com baixa turbidez, inodora e isenta de microrganismos patogênicos, um tratamento a nível secundário que promova a biodegradação das matérias orgânicas, seguido de desinfecção.

Segundo o manual da FIESP (2005), o reaproveitamento de águas cinzas, classe 1, deve garantir ao usuário, além de nenhum risco à saúde, “adornos arquitetônico”, como ausência de cor, espuma, mau cheiro, ou materiais suspensos. Para isso, recomenda que uma associação de etapas de tratamento de água cinza seja utilizada:

- sistema aeróbio de tratamento biológico lodos ativados;
- sistema físico: sedimentação e filtração simples através de decantador e filtro de areia;
- desinfecção;
- correção de PH, se necessário.

Basicamente, o sistema de tratamento consiste no direcionamento das águas cinzas para o tratamento biológico, para que ocorra a degradação do material orgânico, gerados pela utilização do chuveiro, pias e máquinas de lavar, em seguida, passa para o reservatório de decantação secundário onde a sedimentação ocorre em forma de lodo, decorrente do material orgânico já degradado, após isso, passa pelo sistema de filtragem para retirada de materiais sólidos ainda dispersos, em seguida, segue para desinfecção por adição de cloro (SELLA, 2011). A FIG 5. mostra uma estação de tratamento de água instalada no prédio da Universidade Federal do Espírito Santo UFES.

Figura 5 – Estação de tratamento de águas cinzas



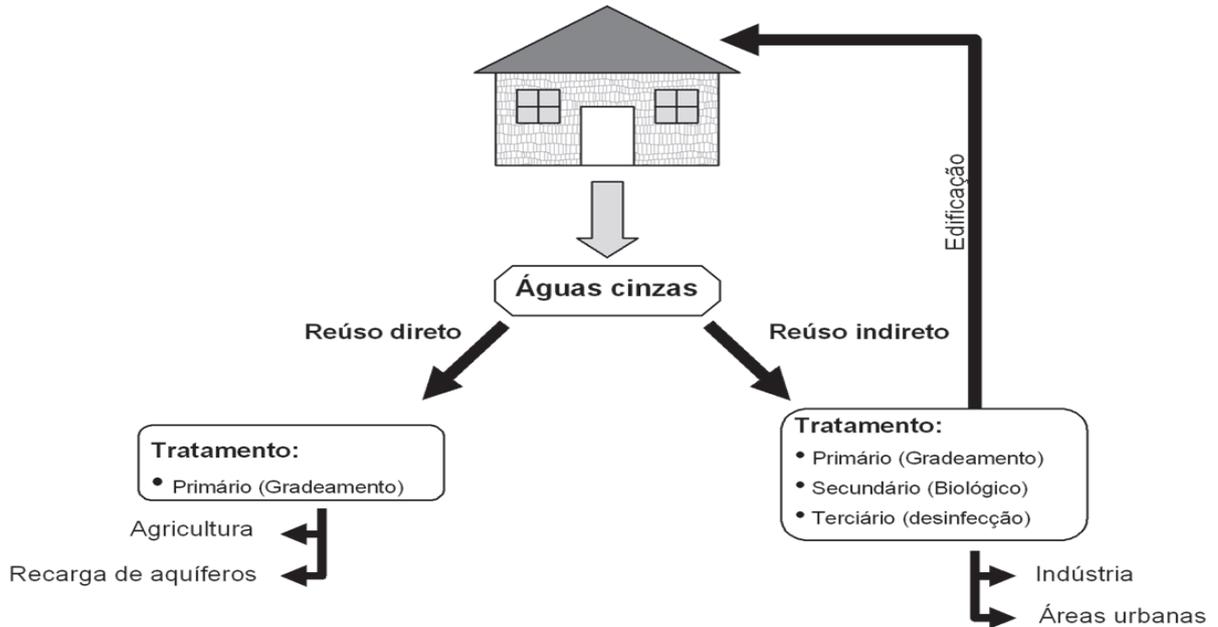
Fonte: Bazarella (2005)

Rapoport (2004) sugere um tipo de tratamento menos rigoroso seguido de uma filtração grosseira e desinfecção. Segundo a autora, é o sistema mais empregado para reúso doméstico. O processo consiste basicamente em um curto tempo de retenção das águas cinzas, passando por uma filtração em areia ou material similar filtrante, de forma que sua natureza química permaneça inalterada e um mínimo tratamento seja necessário. Embora haja pouca remoção de contaminantes químicos e biológicos, a água tratada segue livre de organismos nocivos, tornando-a, potencialmente, segura para reúso, porém, podem ocorrer problemas com o processo de desinfecção. A água permanece com carga orgânica alta e turbidez, podendo limitar o poder desinfetante do produto utilizado.

Há, na literatura, diversos sistemas e formas de tratamento de águas cinzas, todas visando um melhor condicionamento referente a qualidade e disponibilidade de atendimento, cabe ao usuário a escolha da melhor maneira de tratamento para atender suas necessidades de reúso. Já existe no mercado empresas que oferecem filtros compactos para o tratamento de águas cinzas, em diversas configurações, porém, por se tratar de uma técnica pouco

desenvolvida, ainda agrega valores altos, referente a aquisição do sistema de tratamento e instalações sanitárias necessárias. A FIG. 6, ilustra alguns tipos de tratamento para diferentes modalidades.

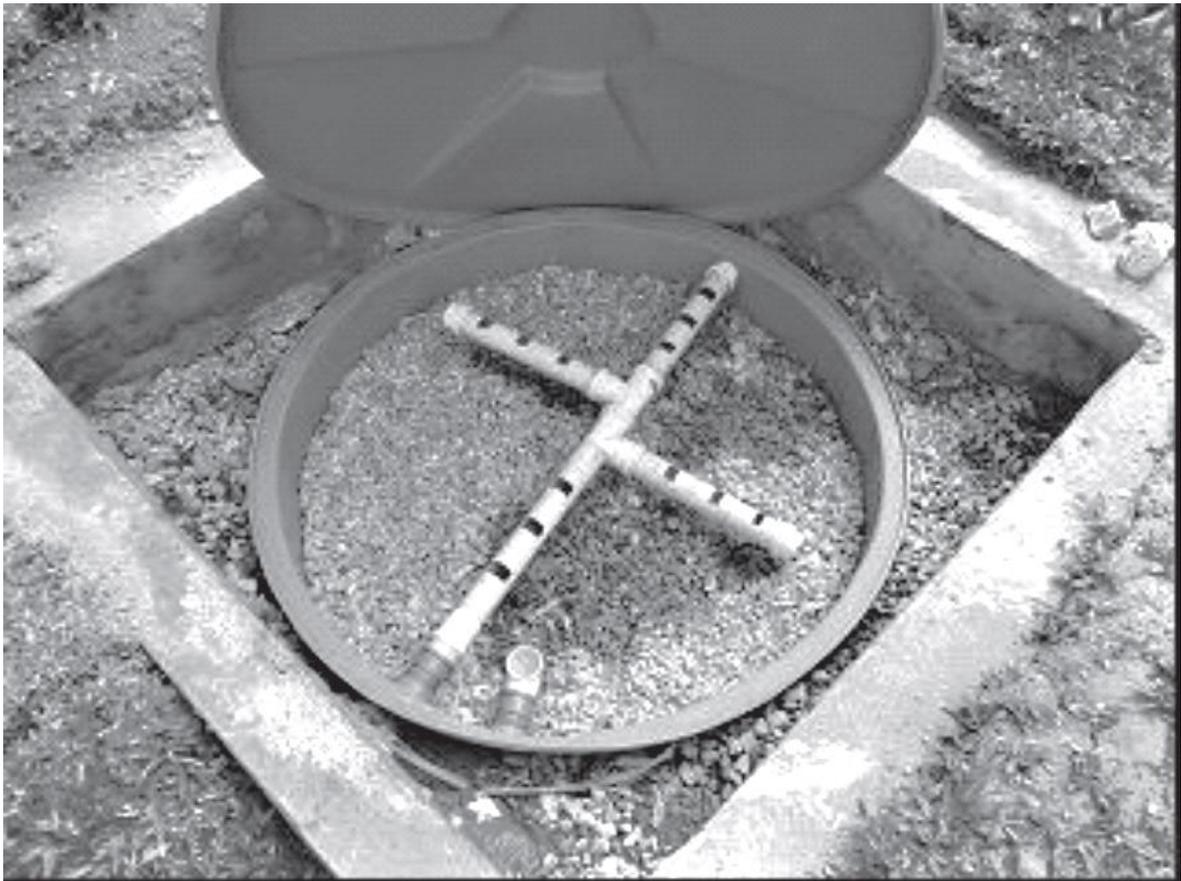
Figura 6 – Modalidades de tratamento



Fonte: Santos (2008)

A PROSAB (2006), propõe um tratamento simples para uso residencial, composto basicamente, por uma filtragem realiza com brita em uma caixa de polietileno, onde a água cinza é depositada de forma regular sobre a superfície e, posteriormente, retirada através de uma tubulação situada no fundo da caixa filtrante, seguindo para desinfecção por adição de cloro, depois é bombeada para o reservatório superior, para então ser distribuída nos sistemas de reúso. A FIG. 7 mostra a caixa de filtragem.

Figura 7 – Sistema simples de filtragem



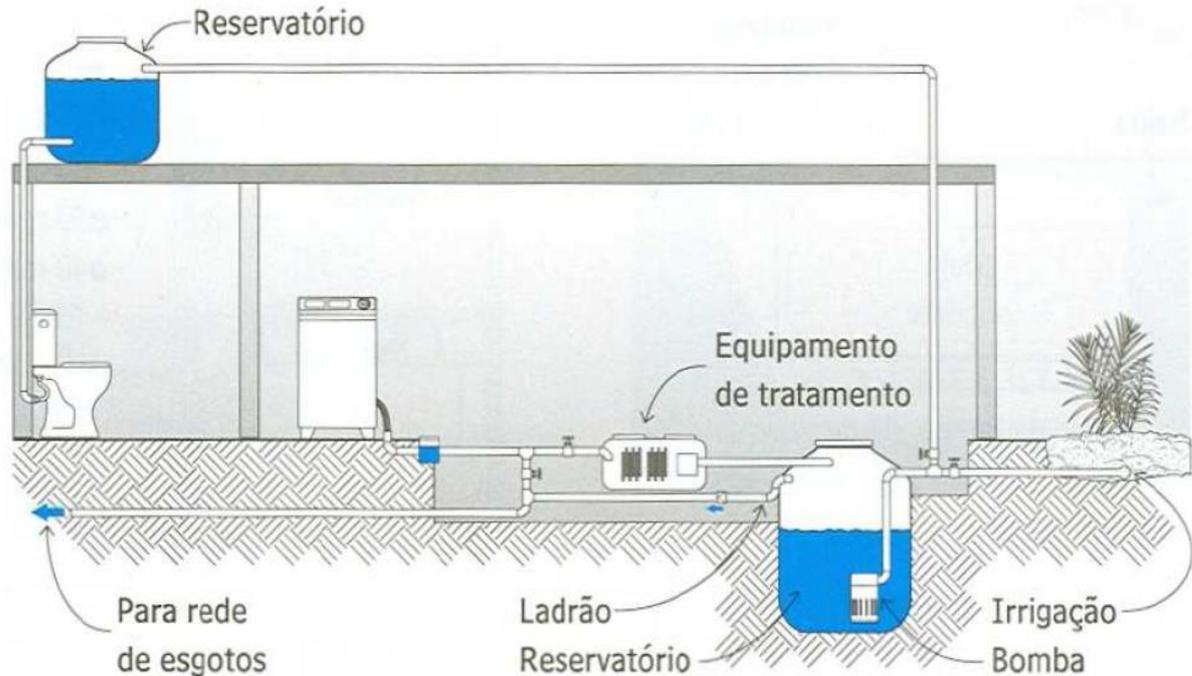
Fonte: PROSAB (2006)

3.3 Instalações

Segundo Santos (2008), a infra-estrutura necessária para a implantação de um sistema de reúso inclui uma rede dupla de abastecimento, necessária para transportar a água, potável e a de reúso, e uma coleta separada da água cinza, incluindo as unidades complementares de bombeamento e reservação da água de reúso. Edificações que comportam sistemas de reúso de água cinza, devem ser projetadas e executadas com sistemas hidráulicos prediais independentes, sendo um para água de reúso e outro para água potável, de preferência com cores distintas. O autor segue dizendo, que a configuração básica de um sistema de reúso de águas cinzas seria o de coleta da mesma servida, do subsistema de condução da água (ramais, tubos de queda e condutores), para a unidade de tratamento da água (por exemplo, gradeamento, decantação, filtro e desinfecção) e do reservatório de acumulação. É necessário ainda um sistema de recalque, um reservatório superior e a rede de distribuição da água reutilizada, totalmente isolada da distribuição de água potável. É recomendável que as válvulas e os registros de cada rede possuam abertura e fechamento diferenciados. No caso de

falta de água de reúso, os sistemas devem ser abastecidos com água potável. A FIG. 8 ilustra um sistema de reutilização de águas cinzas.

Figura 8 – sistema de reúso de água cinza



Fonte: Sella (2011)

Segundo Rapoport (2004), o armazenamento de água cinza também deve ser considerado para que haja um balanceamento entre oferta e demanda, uma vez que estas não são utilizadas ao mesmo tempo em que são geradas. Este tempo de retenção afeta a qualidade do produto. Sendo assim, os tanques de armazenamento devem ser projetados de forma ideal, uma vez que, as águas cinzas não devem ficar armazenadas por tempo superior a 48h, porque fatalmente vão gerar odores desagradáveis.

“A implantação de rede dupla de distribuição nas residências e condomínios deve ser proposta para novos empreendimentos, pois, a implantação em empreendimentos já existentes, pode ser de difícil solução e tornar a obra bastante onerosa” (RAPOPORT, 2004, P.67).

3.4 Avaliação financeira

Segundo Rapoport (2004), a economia a ser realizada com o reúso das águas cinzas, provenientes de pias de banheiros e chuveiros e máquinas de lavar, em descargas sanitárias e levando-se em consideração que estudos preliminares indicam que, aproximadamente, 29% das águas utilizadas em uma residência são direcionadas a descargas sanitárias e que as águas geradas em chuveiros e pias correspondem a 34%, foi feito o cálculo em reais dos valores cobrados por m³ utilizado somado ao esgoto sanitário. Foi então calculado o consumo de água na residência, menos 29% que seriam reusados nas descargas sanitárias e, conseqüentemente, seriam excluídos da captação seguinte. Posteriormente, avaliou-se a economia gerada em reais com a redução dos volumes de água utilizados e o quanto estes valores representam em percentual na economia gerada. A autora conclui que para consumos mínimos de água até 15 m³ não há redução dos valores a serem pagos. A partir de 20 m³, observa-se que a economia mensal realizada começa a ser representativa até alcançar o máximo em 63m³. Neste ponto, o reúso das águas cinzas significará que apenas 44,73 m³ serão provenientes da concessionária. O valor correspondente a este consumo será duplicado por dois devido ao esgotamento sanitário. A economia mensal corresponderá a 61 %. A partir desta informação, a análise de custo benefício poderá direcionar a escolha do método de tratamento mais adequado

Pelo exposto fica evidente, que quanto mais água potável se consome, maior será a economia, com a utilização do reúso de águas cinzas, entretanto, os gastos referente a implantação do sistema de reúso são relativamente altos e demandão um tempo de retorno entre 9 à 12 anos para o investimento empregado, conforme a literatura utilizada nesta pesquisa. No entanto, a ideia principal da pesquisa não seja exclusivamente a economia financeira, mas também para a gestão dos recursos hídricos, que se encontram em eminência de escassez, tornando desta forma, o reúso de águas cinzas viável, tanto do ponto de vista econômico e sustentável, garantindo para gerações futuras a preservação deste recurso indispensável para o ser humano e de toda vida existente no planeta.

3.5 Vantagens e desvantagens

3.5.1 Vantagens

O reúso reduz a demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da potável por uma de qualidade inferior. Essa prática, atualmente muito discutida, já utilizada

em muitos países desenvolvidos, é baseada no conceito de substituição de mananciais. Tal substituição é possível em função da qualidade requerida para o uso (SANTOS, 2009).

Redução acentuada do consumo mensal de água potável, reduzindo, significativamente, o valor das contas mensais, uma vez que o esgoto é tarifado na mesma conta. Em termos ambientais, o sistema de reúso das águas cinzas significa redução de aproximadamente 29 % na captação de águas, o que em tempos de escassez pode representar uma alternativa viável. Deve, portanto, ser estimulado pelos órgãos ambientais competentes como forma de preservar os mananciais (RAPOPORT, 2004).

A grande vantagem da utilização da água de reúso é a preservação da água potável, reservando-a, exclusivamente, para o atendimento das necessidades que exijam a sua potabilidade para o abastecimento humano. Além disso, há diminuição da demanda sob os mananciais de água pura devido à substituição da fonte (FIORI, FERNANDES e PIZZO 2006).

3.5.2 Desvantagem

Não obstante, a implantação de um sistema de reúso de águas servidas nas edificações requer um planejamento detalhado do processo, tecnologia adequada para cada situação particular e um investimento inicialmente alto se considerarmos a utilização unifamiliar, além das modificações hidrossanitárias exigidas (SANTOS 2009).

O principal requisito para a segurança do reúso de águas cinzas é a determinação dos padrões mínimos de qualidade da água para fins não potável devido ao risco à saúde pública e a inviabilidade econômica (MA Y2004).

“A implantação de rede dupla de distribuição nas residências e condomínios deve ser proposta para novos empreendimentos, pois a implantação nos já existentes pode ser de difícil solução e tornar a obra bastante onerosa” (RAPOPORT, 2004, P.67).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, fica claro que a grave crise hídrica que enfrentamos é gerada pela poluição ambiental, crescimento desordenado e cada vez maior da população urbana, aumento do uso na agricultura e indústrias, e ao aquecimento global. De uma forma ou de outra, a natureza se manifestará, visto que o problema da falta de água já não é mais exclusivo da região nordeste do país. Cabe a população se conscientizar que a água aparentemente abundante, é um recurso finito, que necessita ser economizado e gerido de forma consciente e responsável.

O reúso da água cinza, como qualquer outro tipo planejado, é uma das formas sustentáveis sugeridas mais inteligente no que diz respeito a preservação dos recursos hídricos, pois além de economizar as águas retiradas dos mananciais, devolve-se menos poluição a jusante e, conseqüentemente, menos degradação ao meio ambiente. As várias formas de tratamento para as águas cinzas, são eficazes no que diz respeito a remoção de organismos nocivos a saúde e ao bem-estar do usuário, tornando esta água não potável mais bem aceita para os fins a que se destina.

Ainda existe uma certa dificuldade na aceitação mercadológica do sistema de reúso de águas cinzas no Brasil, por se tratar de uma técnica pouco difundida na sociedade e pouco incentivada pelo governo. Cabe a população pensar, não só em uma solução para fins econômicos, mas também, uma forma de controlar a escassez do produto e garantir que as futuras gerações possam consumir água de forma satisfatória.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**. Tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.
- Bazzarella, B. B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações**. 2005. 165 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
- Bernado, Luiz Di. **Tratamento de água: métodos e técnicas**. 2 ed. São Carlos: Rima, 2005. 792 p.v. 2.
- Bicudo, C.E.de M.; Tundisi, J.G.; Scheuenstuhl, **Águas do Brasil: Análise estratégica**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. 224p.
- Carvalho, Nathalia Leal et al. Reutilização de águas residuárias. **Monografias Ambientais - REMOA**, Santa Maria, V. 14, N. 2, p. 3164 – 3171, março, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/download/12585/pdf>>. Acesso em: 20 Out. 2017.
- Ciciliato, R. C. **Tratamento de águas cinzas sintética para fins de reúso através de método eletroquímico**. 2013. 61 f. Dissertação (Engenheiro Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.
- Em discurso**. A escassez da água: Cada gota é preciosa. Brasília. Segraf. N.23, Dez. 2014.
- FIESP. **Conservação e reúso de água em edificações**. São Paulo, Prol editora e gráfica, 2005. 151 p.
- Fiori, S. Fernandes, V. M. C. Pizzo, H. **Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações**. Ambiente Construído. Porto Alegre, v. 6, n. 1, p 19-30, jan./mar. 2006.
- Fiori, Simone et al. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações. **Revista Ambiente Construído**, v. 6, n. 1, p. 19-30, jan./mar. 2006. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3676/2042..>>. Acesso em: 28 out. 2017.
- May, S. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. 2009. 200f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- Monteiro, R. C. M. **Viabilidade técnica do emprego de sistemas tipo “wetlandas” para tratamento de águas cinzas visando o reúso não potável**. 2009. 84 f. Tese (Mestre em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- Philippi Jr, Arlindo. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. São paulo: Manoele, 2005. 842 p.

Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB). **Tecnologias de Segregação e Tratamento de Esgotos Domésticos na Origem Visando a Redução do Consumo de Água e da Infra-Estrutura de Coleta, Especialmente nas Periferias Urbanas. Urbanas.** Rio de Janeiro : ABES, 2006, 352 p.

Rapoport, B. **Águas cinzas: caracterização, avaliação financeira e tratamento para reúso domiciliar e condominial.** 2004. 72 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Osvaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2004.

Rebolças, Aldo da C. Água no Brasil, abundância, desperdício e escassez. **Bahia análise e dados.** Salvador, v13, n. especial, p. 341-345, maio, 2003. Disponível em: <<http://files.geografia24horas.webnode.com.br/200000068-0276f03713/Agua%20I.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2017.

Santos, W. P. **Avaliação da viabilidade econômica do reúso de águas cinzas em edificações domiciliares.** 2008. 63 f. Dissertação (Engenheiro Civil) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2008)

Schroeder, A. K. **Estudo comparativo de viabilidade econômica do aproveitamento de água pluvial e reúso de água cinza em uma residência.** 2016, 107 f. Dissertação (Engenheiro Sanitário e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

Secretaria Executiva da Rede Nossa São Paulo. **Programa Cidades Sustentáveis.** São Paulo: Interfill, 2012, 32 p.

Sella, M. B. **Reúso de águas cinzas avaliação da viabilidade da implantação do sistema em residências.** 2011. 85 f. Dissertação (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande de Sul, Porto Alegre, 2011.

Silveira, B. Q. **Reúso da água pluvial em edificações residenciais.** 2008. 44 f. Dissertação (Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

Telles, D. D'Alkmin; Costa, R. P. **Reúso da água: conceitos, teorias e práticas.** 12 ed. São Paulo: Blucher, 2010. 407 p.

Tundisi, José Galizia. **Água no século XXI.** Enfrentando a escassez. 1 ed. Rio de Janeiro: Rima, 2003. 248 p.