

UMA BREVE DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS SISTEMAS DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS

Pablo Niro Cavalcante Filho (*), Milany Kárcia Santos Medeiros, Manoel Lindolfo Queiroz Neto, Paulo Leite Souza Júnior.

* Universidade Federal Rural do Semi Árido, pabloniro2@hotmail.com.

RESUMO

Um das formas de potencializar o consumo de águas é utilizar fontes alternativas que possam suprir a necessidade dos consumidores. Os sistemas de abastecimento de água devem promover o contato das comunidades com a água, funcionando para que seja servida água com qualidade e quantidade adequada para todos. Entretanto algumas formas de manejar a água ocorrem de maneira equivocada, propiciando seu desperdício, outro ponto é que em algumas regiões os sistemas não são suficientes para abastecer uma comunidade, seja por ineficiência de projeto ou pela falta de água. Em virtude disso algumas técnicas de reúso de águas cinzas foram sendo desenvolvidas para tentar potencializar o consumo de água, tratando águas recentemente usadas e tornando-as utilizáveis em outras atividades. Dessa forma foi realizado um estudo sobre os sistemas de reúso de águas cinzas, afim de caracterizar águas cinzas e entender o funcionamento da técnica de reúso. Partindo desse pressuposto uma pesquisa foi realizada a partir de autores que já dissertaram sobre esse tema. Percebeu-se que com o devido cuidado, os sistemas de tratamento de águas cinzas são aplicáveis em vários ambientes e que as águas depois de tratadas são passíveis de utilização nas mais variadas atividades, principalmente nas domésticas.

PALAVRAS-CHAVE: Águas cinzas, Abastecimento de água, Reúso de águas cinzas, Tratamento de água cinza.

INTRODUÇÃO

A água é um bem essencial para todos os seres vivos, e a humanidade a cada ano passa a necessitar cada vez mais dela. Durante toda a história da humanidade foram crescentes as exigências com qualidade e quantidade de água, tendo em vista que são várias as necessidades para o seu uso. Com o avanço da humanidade, a sociedade passou a consumir cada vez mais água, a demanda (muitas vezes) ocorre de qualquer forma, fugindo do padrão e ainda o que é pior, sendo transportada sem qualquer segurança.

O consumo de água se dá de diferentes formas, entretanto, são dois os tipos de uso. Segundo Heller e Pádua (2006), verificam-se diversos usos demandados pelas populações e pelas atividades econômicas, alguns deles resultando em perdas entre o volume de água captado e o volume que retorna ao curso de água (usos consuntivos) e outros em que essas perdas não se verificam (usos não consuntivos), embora possam implicar alteração no regime hidrológico ou na qualidade desses recursos.

Com o crescimento das áreas demográficas se faz necessário a criação de sistemas de abastecimento, pois nele há o maior controle dos mananciais e conseqüentemente a qualidade da água vai ser controlada. Sendo assim, o fornecimento de água capaz de suprir as necessidades de qualidade e quantidade de acordo com a demanda exigida. Esse abastecimento exige um fornecimento sem pausas.

Em ambiente com muitos moradores existe a possibilidade de reaproveitamento das chamadas águas cinzas, essa técnica se dar como uma forma de recorrer aos problemas da escassez de água que estão cada dia mais visíveis no dia a dia. Esse tratamento possibilita que águas provenientes de pias, chuveiros e máquinas de lavar, por exemplo, possam ser reaproveitadas em atividades domésticas. O reúso necessita de um tratamento especial, eleva custos e só se faz eficiente em algumas situações da moradia.

Partindo deste pressuposto, fica evidente a necessidade do estudo mais aprofundado sobre os sistemas de abastecimento e reúso das águas cinzas e conseqüentemente a abertura da possibilidade de criação de novas técnicas e o aperfeiçoamento das técnicas já presentes no nosso cotidiano. Diante deste contexto, compreender está problemática é fundamental. Assim, este trabalho objetiva descrever os principais sistemas de reúso de águas cinzas. Bem como, caracterizar águas cinzas, descrever os sistemas de abastecimento de água e sistemas de reúso de água.

METODOLOGIA DE PESQUISA

Os objetos de estudo desta pesquisa giraram em torno da definição de sistema de abastecimento de água, das formas de reúso de água e principalmente da caracterização e estudo dos sistemas de reúso das águas cinzas.

A escolha deste tema foi feita baseada nos acontecimentos frequentes envolvendo falta de água e desperdícios no dia-a-dia de várias pessoas na cidade de (Angicos-RN). Baseado nisso foi criado um olhar crítico sobre o assunto e fazer um estudo sobre possíveis soluções que poderiam ser realizadas. Chegou-se então no reúso de águas cinzas, que é uma técnica que vem crescendo muito nos últimos anos, mas que ainda é carente de informações (em relação a outros tipos de aproveitamento de águas) disponíveis para divulgação e estudo.

Foi realizada uma revisão bibliográfica preliminar que buscou se inserir dentro do tema proposto. Com o assunto já delimitado, houve a criação de três frentes de pesquisa: sistema de abastecimento de água, reúso de água e reúso de águas cinzas. Esse embasamento teórico deu suporte para ser feito um estudo em relação as formas de tratamento das águas cinzas. Foi usado como suporte para esse estudo a NBR 13969: Tanques sépticos – Unidade de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação, tendo em vista a confiabilidade e a riqueza de detalhes acerca dos pontos abordados.

Assim a revisão possibilitou um embasamento teórico satisfatório, tendo em vista que se tornou possível propor uma discussão sobre os aspectos que foram delimitados pelo tema em questão.

A pesquisa foi estruturada na análise e revisão do que vários autores já haviam escrito sobre os temas requeridos. Então, na explanação do embasamento teórico e em toda a construção do trabalho, foi realizada uma revisão de literatura tendo como ponto de partida artigos, monografias, sites especializados e livros de autores prestigiados e de fontes que remetam confiabilidade de informação.

RESULTADOS

Toda água cinza que será utilizada para reúso, deverá passar por um tratamento para assim atender todas as expectativas e não comprometer a saúde dos usuários. Muitos dos tratamentos são feitos com a presença de um tanque séptico para dar suporte. Devido possuir boas características de construção os tanques sépticos são muito atraentes, possuem também operação simples o que viabiliza sua utilização. Eles não necessitam de equipamentos sofisticados e técnicas construtivas, além de que não requerer intervenções constantes.

Podemos ver a seguir, na figura 1, um exemplo comercial de tanque séptico. O mesmo se mostra de grande dimensão, implicando é uma maior área útil para a sua utilização, demandando assim uma mão de obra maior para sua correta instalação.



Figura 1: Exemplo de tanque séptico comercializado. Fonte: Natural Tec

O tanque séptico se caracteriza por ser um reator com boa resistência às variações qualitativas do afluente e por ter um desempenho satisfatório contra a presença de sólidos sedimentáveis. Funções de decantação, sedimentação e flotação dos sólidos do esgoto são desempenhadas simultaneamente nos tanques. Também acontecem a desagregação e digestão dos sólidos sedimentados e do material flutuante.

Na figura 2 temos representada como se dá o funcionamento de um tanque séptico. Nota-se que após a entrada da água que irá ser tratada é gerada um lodo com a sedimentação das partículas e a formação do biogás, para posteriormente a água tratada ser conduzida para etapa posterior.

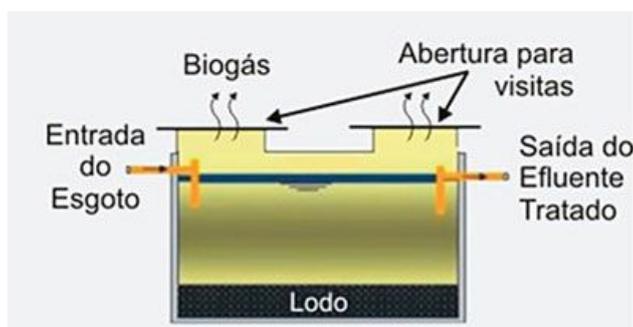


Figura 2: Tanque séptico. Fonte: Natural Tec

Os tipos de tratamentos mais utilizados consistem em: Tratamentos biológicos, que podem ser divididos em filtro anaeróbico e filtro aeróbico, Tratamento Físicos, que incluem gradeamento e filtro de areia e Tratamentos físico-químicos.

Na maioria dos casos, se faz necessária a associação de tais tratamentos. Tendo em vista que algumas atividades exigem uma água tratada com características diferentes. As características da água que será utilizada variam com o contato ou não dos seres humanos com ela e varia também com o tipo de uso que se faz necessário. Águas que serão utilizadas para lavar calçadas e irrigação de jardim, por exemplo, devem possuir características um tanto diferentes.

- **FILTRO ANAERÓBICO**

Constituído por um reator biológico que depura as águas cinzas por meio de microorganismos não aeróbicos, dispersos tanto no espaço vazio do reator quanto nas superfícies do meio filtrante. Possuindo com isso a capacidade de reter os materiais sólidos. Todo processo anaeróbico, é bastante afetado pela variação de temperatura do esgoto e sua aplicação deve ser feita de modo criterioso. O processo é eficiente na redução de cargas orgânicas elevadas, desde que as outras condições sejam satisfatórias. Os efluentes do filtro anaeróbico podem exalar odores e ter cor escura.

O tratamento anaeróbico consiste na digestão realizada por bactérias anaeróbicas que promovem as transformações de compostos orgânicos complexos em gás carbônico e metano. Nos reatores anaeróbicos, aproximadamente 70% da

matéria orgânica pode ser removida. Há necessidade de implementação de unidades para pós-tratamento favorecendo a retirada de frações remanescentes.

Nos sistemas anaeróbios ocorre a conversão da maior parte do material orgânico biodegradável presente nas águas residuárias em biogás (cerca de 70 a 90%). Cerca de 5% a 15% da matéria orgânica é transformada biomassa microbiana, constituindo-se no lodo excedente do sistema. O efluente do sistema contém de 10% a 30% da matéria orgânica nele presente antes do tratamento. (GONÇALVES *et al.*, 2006)

Além dos processos fermentativos que levam à produção de biogás, pode ocorrer outros processos no reator anaeróbico, devido à presença de oxidantes como o nitrato e o sulfato. O nitrato pode ser reduzido para nitrogênio molecular, em processo denominado desnitrificação, e, o sulfato, pode ser reduzido para sulfeto. Porém, ao ocorrer a redução do sulfato, esse oxida matéria orgânica que deixa de se transformar em metano, formando o gás sulfídrico. Esse processo é indesejável, pois gás sulfídrico é corrosivo e confere odor muito desagradável à fase líquida e ao biogás formado. (FORESTI *et al.*, 1999)

A figura 3 ilustra o funcionamento de um filtro anaeróbico de fluxo ascendente e nos esclarece seu funcionamento prático, indicando as suas etapas e barreiras internas.



Figura 3: Filtro anaeróbico retangular de fluxo ascendente. Fonte: Natural Tec

O efluente que vai ser tratado é coletado por meio de canaletas e tubos perfurados. Os seus filtros possuem um dispositivo que fará a drenagem no sentido descendente ou ascendente.

Os materiais mais utilizados na filtração são aqueles que possuem grande resistência aos meios agressivos, como por exemplo, a brita. Ela deve conter a maior uniformidade possível, não devendo ser utilizada a mistura de dimensões distintas em camadas conjuntas, apenas nas camadas separadas. Isso faz com que não haja a obstrução precoce do filtro. Podemos observar na figura 4 um exemplo na prática de um filtro que utiliza esse tipo de meio filtrante (brita).



Figura 4: Filtro de brita. Fonte: Gonçalves *et al.* (2006)

A construção do filtro anaeróbico é realizada com uma estrutura de concreto armado ou de fibra de vidro de alta resistência, por exemplo. Essa estrutura deve ser capaz de não permitir a infiltração da água externa para a zona reatora do filtro e vice-versa.

No caso de filtros abertos sem a cobertura de laje, somente são admitidas águas de chuva sobre a superfície do filtro. Quando instalado na área de alto nível aquífero, deve ser prevista aba de estabilização.

O material resultante da limpeza do filtro deve ser lançado em áreas que permitam esse tipo de ação, jamais devem ser lançadas em cursos de água ou nas galerias pluviais. No caso de o sistema já possuir um leito de secagem, o despejo resultante da limpeza do filtro anaeróbio deve ser lançado naquele.

- **FILTRO AERÓBICO**

O filtro aeróbico é enquadrado como sendo um tratamento secundário, sua presença nos sistemas de tratamento se faz obrigatória, pois possui como grande característica a possibilidade de remoção da turbidez de maneira consistente para o reúso de água predial, entretanto, é muito indicada a utilização em série após o tratamento anaeróbico, devido às vantagens desse em relação a decomposição da matéria orgânica.

A seguir, podemos observar na figura 5 a associação entre um filtro anaeróbio e reator aeróbio. Esse tipo de associação visa potencializar o tratamento das águas fazendo com que se extraia a máxima eficiência de cada tipo de filtro.

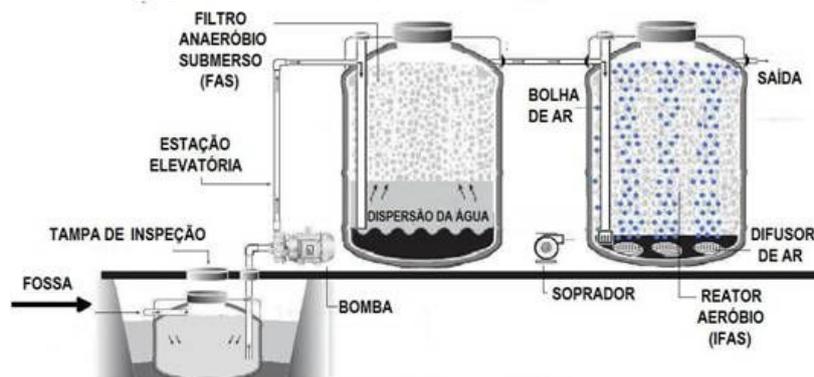


Figura 5: Esquema de associação de filtro anaeróbio e reator aeróbios. Fonte: Natural Tec

Os processos aeróbicos consistem em simular os processos naturais de decomposição, buscando a eficiência no tratamento de partículas finas em suspensão. No tratamento biológico aeróbio, os microorganismos, mediante processos oxidativos, degradam as substâncias orgânicas, que são assimiladas como alimento e fonte de energia.

O processo de tratamento se utiliza de um meio de fixação dos microorganismos, imerso no reator. O oxigênio necessário é fornecido através de um equipamento de aeração mecânica (agitação) ou por insuflação de ar. Esse filtro possui como característica a capacidade de fixação de grandes quantidades de microorganismos nas superfícies do meio. Processo que busca reduzir o volume de reator biológico, permitindo depuração em nível avançado de esgoto, sem necessidade de recirculação de lodo, como acontece com o lodo ativado.

A degradação biológica é responsável pela conversão de 40 a 50% da matéria orgânica das águas residuárias em CO₂. Uma importante fração desta matéria orgânica (de 50 a 60%) é convertida em biomassa microbiana, produzindo lodo excedente do sistema. O material orgânico não convertido em gás carbônico ou em biomassa sai no efluente como material não degradado (5 a 10%). (GONÇALVES *et al*, 2006)

O filtro aeróbio submerso possui em sua composição duas câmaras. Uma câmara é de reação e outra sedimentação, como pode ser visto na figura 6.

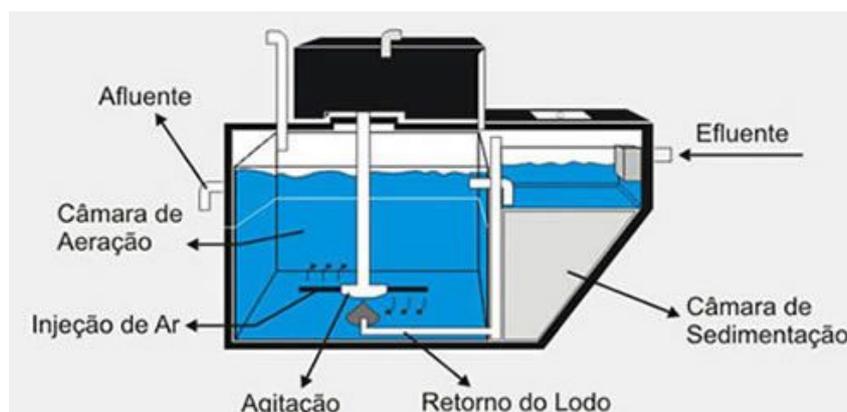


Figura 6: Esquema de filtro aeróbico. Fonte: SNatural

A câmara de reação pode ser subdividida em outras menores, para a remoção eficiente de poluentes tais como nitrogênio e fósforo. Deve haver separação das câmaras que pode ser feita de uma parede com abertura na sua parte inferior para permitir o retorno dos sólidos por gravidade. Na divisão em duas câmaras será feita a primeira aeróbia aerada e a segunda anóxica sem aeração. A proporção de volumes deve ser de 3:1. Para divisão em três câmaras, a sequência deve ser aeróbia-anóxica-aeróbia, com proporção de volumes de 2:1:1.

Nesse filtro poderá haver o emprego de um dispositivo para aceleração da sedimentação que buscará a redução da área superficial da câmara de sedimentação e amortecimento do choque hidráulico. A utilização deste é prevista quando há intensa variação de vazão afluente, mesmo quando a área superficial da câmara de decantação obtida satisfaça os valores convencionais da taxa de aplicação superficial.

Os materiais que serão utilizados como sedimentadores devem possuir resistência contra a agressividade do meio, para posteriormente não virem a apresentar deformações com o tempo de uso. Devem ser modulados e permitir a fácil remoção, substituição ou lavagem.

A câmara de reação possui um leito filtrante que é preenchido por material que deverá permitir o crescimento dos microorganismos na sua superfície. É comumente evitado o emprego de materiais com elevado valor de área específica, que causem obstrução precoce do leito ou que dificultem a limpeza do leito filtrante, assim como aqueles com formato que permita passagem direta do fluxo (by-pass). Deve ser evitado o uso de materiais que sofram desgastes com o passar do tempo, utilizando assim materiais que possuam resistência ao meio corrosivo. Os meios filtrantes devem ser dispostos em módulos menores, permitindo assim a facilidade na hora da manutenção. Deve ser previsto, para cada câmara fechada de reação, um tubo-guia para limpeza desta. Para reatores com maiores dimensões, deve-se prever a instalação de uma bomba hidráulica de pequena potência para retirada periódica do lodo biológico acumulado no fundo para aumento do intervalo de limpeza.

Dentre os processos aeróbios, o processo de lodo ativado é um dos mais aplicados e também, de maior eficiência. O termo lodo ativado designa a massa microbiana floculenta que se forma quando esgotos e outros efluentes biodegradáveis são submetidos à aeração.

- VALA DE INFILTRAÇÃO E FILTRO DE AREIA

Processos que consistem na filtração do esgoto através de camada (s) de areia, visando purificar por meio físico (retenção) e por meio bioquímico (oxidação), devido aos microorganismos fixos nas superfícies dos grãos de areia, sem necessidade de operação e manutenção complexas. O sistema de filtração é caracterizado por possuir um elevado índice de remoção de poluentes, possuindo operações intermitente.

Os materiais que podem ser utilizados como meio filtrante podem ser utilizados isoladamente ou em associação. Os materiais indicados para o uso são: areia, pedregulho ou pedra britada. A operação do filtro de areia funciona de modo a manter condição aeróbia no seu interior. Devido a isso é necessária a aplicação de uma pequena bomba ou dispositivo dosador, para garantir a intermitência da aplicação. Será permitido o ingresso de ar através de tubo de coleta durante o período de repouso.

Deve ser prevista caixa de reservação do efluente do tanque séptico, a segunda opção é adequada onde o filtro de areia está em nível inferior à saída do tanque séptico. O volume da caixa deve ser dimensionado de modo a permitir no máximo uma aplicação do efluente a cada 6h.

Na figura 7, temos descrita todas as partes componentes de um filtro de areia em associação com brita. O funcionamento deste se dá por meio de um fluxo descendente, que ao se encontrar com o meio filtrante, é tratado e em seguida levado para a tubulação de saída do filtro. Neste tipo de filtro é utilizado uma tubulação para aeração, garantindo a presença de oxigênio durante o processo.

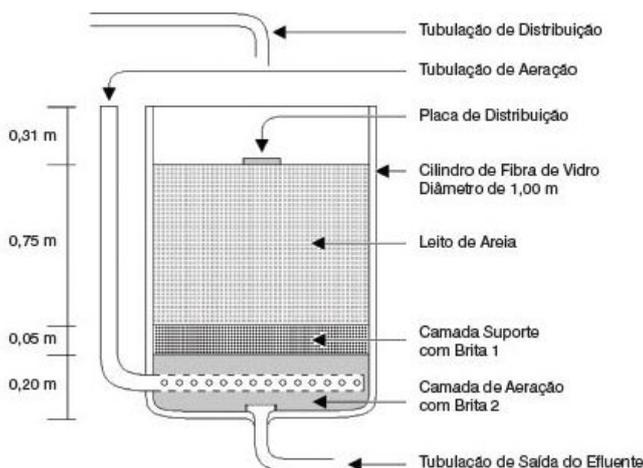


Figura 7: Filtro de areia em associação com brita. Fonte: Gonçalves *et al* (2006)

Se faz necessário utilizar duas unidades de filtro, cada uma com capacidade plena de infiltração e fazer um uso alternado desses filtros, permitindo a digestão do material retido no meio filtrante e remoção dos sólidos da superfície do filtro de areia. Durante o período de repouso de um dos filtros, acontece o procedimento da limpeza e manutenção daquele em repouso. Após a secagem da superfície do filtro de areia, acontece o processo de raspagem e remoção do material disposto na superfície, juntamente com uma pequena camada de areia (0,02 m a 0,05 m). A camada de areia que vai ser reposta deve possuir características idênticas da que foi removida. A eventual vegetação na superfície do filtro deve ser imediatamente removida.

O que diferencia vala de infiltração do filtro de areia é por não apresentar área superficial exposta ao tempo, sendo construído no próprio solo, podendo ter suas paredes impermeáveis. O material filtrante continua sendo o mesmo, variando entre areia, pedregulho ou pedra britada. Como a vala de infiltração deve ser operada em condições aeróbicas. Devem ser previstos tubos de ventilação protegidos contra o ingresso de insetos. Além disso, o funcionamento da vala deve ser intermitente.

Na figura 8 temos exemplos de filtros de areia que são comercializados, percebe-se que de acordo com a capacidade de filtração é demandado uma área útil considerável para a aplicação deste filtro.



Figura 8: Filtros de areia comercializados e suas respectivas capacidades de filtração. Fonte: SNatural

- SISTEMAS FÍSICOS E FÍSICO-QUÍMICOS

Esses sistemas não estão sujeitos a problemas causados por bactericidas que podem afetar os processos biológicos e apresentam efluente de melhor qualidade que o efluente proveniente de sistemas simplificados.

Os processos físicos desenvolvidos para tratar águas cinzas são constituídos de filtração profunda com areia ou membranas. Para o caso de utilização de membranas, se faz importante o uso de uma fase de pré-tratamento. O efluente gerado após esse tratamento apresenta-se clarificado e há considerável diminuição de carga orgânica. Fator que leva a uma melhora estética e conseqüentemente a diminuição de problemas com a cloração, como encontrado na filtração grosseira.

O processo de membranas oferece uma barreira permanente para as partículas maiores que o tamanho dos poros, que podem variar de 0,5 micrometros utilizadas para microfiltração até poros de dimensões moleculares como as membranas utilizadas para osmose reversa. O efluente apresenta baixa turbidez, entretanto a demanda de energia para as membranas é bem mais alta do que para filtros de areia. O maior problema para os filtros de membrana é a obstrução dos poros por poluentes aumentando a resistência hidráulica e aumentando a demanda energética.

Os sistemas físico-químicos são os mais indicados para a remoção de poluentes orgânicos, metais pesados, óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, sólidos em suspensão, materiais orgânicos não biodegradáveis como celulose, sólidos dissolvidos por precipitação química e compostos obtidos através de oxidação química. Esse tipo de tratamento é utilizado para poluentes que não podem ser removidos por processos biológicos convencionais e também para tratamentos de água potável.

O processo de tratamento de água em reatores físico-químicos, transforma em flocos as impurezas em estado coloidal e em suspensão para posterior remoção em decantadores. A coagulação usa produtos químicos como sais de alumínio e ferro que reagem com a alcalinidade da água formando hidróxidos desestabilizadores dos colóides e partículas em suspensão.

A maior parte dos sistemas físico-químicos desenvolvidos atualmente baseia-se em filtração profunda com areia, membranas ou adsorção por carvão ativado. Os dois últimos normalmente estão acompanhados por um pré-tratamento, devido às peculiaridades dos sistemas. O efluente tratado pelo processo de membranas normalmente apresenta um bom aspecto visual, com baixa turbidez e sólidos suspenso e tem uma considerável diminuição da carga orgânica, o que reduz problemas com a cloração como encontrado na filtração grosseira.

Os reatores físico-químicos têm sido empregados precedendo o tratamento biológico para a redução da carga orgânica afluente e permitir redução da unidade de tratamento biológicos e da estação de tratamento de efluentes (ETE) como um todo.

CONCLUSÕES

A população mundial sempre esteve em constante crescimento e por consequência disso as exigências com bens essenciais para a vida humana vão aumentando. E a água como elemento vital sofre essas consequências. O que acontece é que em algumas regiões do planeta a escassez de água é problema recorrente de muito tempo e em outras, esse tipo de problema está acontecendo agora ou já possuem uma previsão de acontecimentos nos próximos anos. O reúso de águas cinza surge como uma técnica para promover um consumo de água mais efetivo, utilizando a água até que ela perca toda a sua condição de uso.

Notou-se que com o devido tratamento, os níveis de exigência para a reutilização das águas tratadas são facilmente alcançados. Vale salientar que de certa forma há algumas restrições em aplicações desse tipo de tratamento.

Foi observado que nesse tipo de técnica de tratamento é importante haver um estudo bem elaborado para a possibilidade de possível aplicação. Isso se faz necessário pois nos sistemas de reúso de águas cinzas é importante ser considerado alguns pontos, como: comportamento do usuário e concentração de contaminantes, esse último pode possuir variações com determinadas situações: tipologia da edificação, localização, nível de ocupação da residência, faixa etária e estilo de vida dos moradores, classe social, cultura e costumes dos moradores.

De modo geral, os sistemas de reúso de águas cinzas são mais passíveis de instalações em locais que apresentem espaço físico adequado, pois o alojamento dos equipamentos requerem um espaço considerável, locais que apresentem demanda não potável suficiente para o uso dessas águas após o tratamento e, principalmente locais que dispõem de uma pessoa que seja devidamente treinado para manuseio e manutenção dos equipamentos.

Assim os sistemas de reúso de águas cinzas torna-se bastante aplicável em locais com uma quantidade considerável de oferta de águas cinzas, como por exemplo, condomínios, escolas, centros esportivos, shopping center, hotéis, etc. Não excluindo de maneira alguma as residências.

A possibilidade de preservar um recurso que é cada vez mais precioso, é mais visível. Dessa forma, meios de incentivo e políticas públicas capazes de viabilizar a difusão de práticas, que preservem a água e que façam com que as construções rumem à sustentabilidade devem ser desenvolvidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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.
2. AZEVEDO NETTO, J.M. de; RICHTER, C.A. **Tratamento de Água Tecnologia Atualizada**. In: O tratamento de água. São Paulo: Editora Edgar Blucher LTDA, 1991.p. 1-5.
3. AZEVEDO NETTO, J. M.; FERNANDEZ, M. F.; ARAUJO, R.; ITO, A. E.; **Manual de Hidráulica** 8ª Edição Ed. Edgar Blucher Ltda. São Paulo, 1998
4. BAZZARELLA, Bianca Barcellos. **Caracterização e Aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações**. 2005. 165 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
5. FIESP/CIESP. Conservação e Reúso de Água: **Manual de Orientações para o Setor Industrial**. VI. 1. São Paulo.
6. FIORI, Simone; FERNANDES, Vera Maria Cartana; PIZZO, Henrique. **Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p.19-30, jan. 2006.
7. FORESTI, E.; FLORÊNCIO, I.; VAN HAANDEL, A.; ZAIAT, M.; CAVALCANTI, P. F. F. Fundamentos do tratamento anaeróbio. In: CAMPOS, J. R. (Coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 29-52.



8. HELLER, L. (Org.); PADUA, V. L. (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2006. 859 p.
9. HESPANHOL, Ivanildo. **Potencial de reúso de água no Brasil: Agricultura, Indústrias, Municípios, Recarga de Aquíferos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, São Paulo, v. 7, n. 4, p.75-95, out. 2002.
10. JERFFERSON, B.; LAINE, A.; PARSONS, S.; STEPHERSON, T.; JUDD, S. (1999) -Technologies for domestic wastewater recycling. Urban Water. v. 1, n. 4, p. 285-292, 1999.
11. GONÇALVES, Ricardo Franci et al. **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro: Abes, 2006.
12. LAZZAROTTO, Paulo Ricardo Rodrigues. **Reúso de águas cinzas: implantação do sistema em um prédio residencial**. 2013. 120 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013
13. MAY, Simone. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. 2009. 223 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
14. SELLA, Marcelino Blacene. **Reúso de águas cinzas: avaliação da viabilidade da implantação do sistema em residências**. 2011. 87 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
15. TSUTIYA, Milton Tomoyuki **Abastecimento de água** - 3 a edição - São Paulo - Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. XIII - 643 p.