



AVALIAÇÃO DA REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS EM EDIFICAÇÕES, CONSTRUÇÕES VERDES E SUSTENTÁVEIS

Wilson Marques Silva¹, Lahuana Oliveira de Souza², Lauro Henrique Alves Rego³, Tatiane Cândido dos Anjos⁴

1. Engenheiro Civil, Mestre, Universidade Federal de Goiás,
wilsoncefet@hotmail.com, Goiânia-GO, Brasil;
2. Tecnóloga em Construção de Edifícios, Instituto Federal de Goiás;
3. Tecnólogo em Construção de Edifícios, Instituto Federal de Goiás;
4. Tecnóloga em Construção de Edifícios, Instituto Federal de Goiás;

RESUMO

Devido ao grave problema da escassez da água de boa qualidade pelo qual o planeta está passando e tendo em vista que a água é um recurso natural e imprescindível à vida, questões sobre a conservação e preservação dos recursos hídricos vêm sendo cada vez mais destacadas na atualidade. Dentre todos estes conceitos, surgem os sistemas de reuso e aproveitamento de água da chuva como soluções para melhor gestão da água, que consequentemente resultará em benefícios, dentre eles a viabilidade técnica e econômica, além da preservação do meio ambiente. As técnicas de reuso e aproveitamento de água pluvial são soluções sustentáveis e que contribuem para o uso racional da água. Além da preservação do meio ambiente e viabilidade técnica e econômica, os sistemas de reuso e aproveitamento de água pluvial também devem seguir princípios da segurança higiênica, estética e proteção ambiental. A fim de analisar a viabilidade econômica relativa à implantação destes sistemas, este projeto de pesquisa visa à caracterização e tratamento de águas servidas e águas pluviais para consumo não potável em edificações. Estas águas devidamente tratadas podem ser utilizadas em bacias sanitárias, na lavagem de roupas, limpeza de calçadas, na lavagem de veículos, na irrigação de gramados, em torneiras de jardins, na limpeza de pátios e também na construção civil na produção de concretos, desde que não ofereça riscos à saúde de seus usuários. Portanto, é preciso tornar de amplo conhecimento público os principais benefícios e limitações que trazem a instalação destes sistemas, porque além dos benefícios já citados, o sistema apresenta certas limitações, e é fundamental conhecê-las para que não sejam criadas expectativas fantasiosas sobre o tema, como por exemplo, solução de fácil implantação, resultados imediatos, viabilidade de implantação – que pode estar relacionado também com a variação pluviométrica da região, além dos cuidados que se devem ter quanto para que não se adotem medidas sem as precauções necessárias para a sua preservação e manutenção, para garantir a integridade do sistema, dos operadores e dos usuários.

PALAVRAS CHAVE: Água pluvial. Reuso. Aproveitamento. Viabilidade.

EVALUATION OF WATER REUSE IN ASH BUILDINGS, GREEN BUILDING AND SUSTAINABLE

ABSTRACT

Due to the problem of water scarcity of good quality that the planet is passing and in order that water is a natural resource essential to life, questions about the conservation and preservation of water resources are being increasingly deployed in the news. Among all these concepts, there are systems for reuse and use of rainwater as solutions for better water management, which consequently result in benefits, among them the technical and economic feasibility, as well as preserving the environment. The techniques of reuse and recovery of rainwater are sustainable solutions that contribute to the rational use of water. Besides the preservation of the environment and the technical feasibility and economic systems for reuse of rainwater utilization should also follow the principles of hygienic safety, aesthetics and environmental protection. In order to analyze the economic feasibility for the deployment of these systems, this research project aims at the characterization and treatment of wastewater and stormwater for non-potable use in buildings. These waters may be properly treated and used in toilets, washing clothes, cleaning sidewalks, washing cars, watering the lawns, garden taps, cleaning of patios and also in the construction industry in the production of concrete they do not offer health risks of its users. Therefore, we must become widely known public key benefits and limitations that bring the installation of these systems, because beyond the benefits already mentioned, the system has certain limitations, and knows it is crucial to not be created unrealistic expectations about the topic , eg, easy solution deployment, instant results, feasibility of implementation - which may also be related to rainfall variation in the region, beyond the care that should be taken as to not adopt measures without the necessary precautions for your preservation and maintenance, to ensure the integrity of the system, operators and users.

KEYWORDS: Rainwater. Reuse. Advantage. Viability.

INTRODUÇÃO

O aparecimento da água no universo foi o possível fator que tornou a vida perceptível. Vê-se o tamanho da sua importância, como por exemplo, o fato do nosso corpo ser constituído por 75% de água, o que torna esse elemento indispensável para vida celular. Essa importância não se dá somente para o homem, mas também para todos os outros seres que habitam o nosso planeta.

Segundo pesquisas, 70% do planeta é constituído por água, porém, 97% da água está destinada aos oceanos, apenas 1% a rios, lagos e etc, e o restante encontra-se em fontes subterrâneas. Ou seja, necessita-se de água doce e, no entanto, tem-se água salgada em maior quantidade, o que torna grande a necessidade da preservação e do uso correto da água doce.

Com o crescimento populacional cresce também o desperdício o que poderá provocar futuramente um déficit na quantidade de água de qualidade acarretando uma série de problemas que afetarão aos homens, animais e ao meio ambiente, o que necessita zelar pela preservação dos recursos hídricos porque sua falta

provocará de forma direta ou indiretamente a morte de todas as espécies que habitam a Terra. Sendo assim, economizar água torna-se um fator benéfico e essencial a vida.

Um dos grandes fatores causadores de desperdício de água está relacionado às edificações, tanto na sua fase de construção no que diz respeito a materiais de má qualidade das instalações quanto em procedimentos relacionados ao uso inadequado da água tendo como resultado maior volume de consumo, sem contar nos impactos causados devido a construções próximas aos rios e lagos e a redução da área de permeabilidade do solo provocando enchentes, o que coloca em risco a vida da população.

Segundo WUNDER (2006), no que diz respeito ao uso dos edifícios, o consumo de água varia de acordo com alguns fatores (região, clima, costumes, etc.). O maior consumo ocorre no banheiro, onde 80% da água é consumida.

Várias tecnologias de fontes alternativas vem se desenvolvendo com o passar do tempo dentre elas a captação e aproveitamento da água das chuvas e o reuso de águas cinza. Essas tecnologias contribuem para um melhor uso da água, ou seja, evita desperdício de água potável em usos que não necessitam de água com maior qualidade.

Então, o presente trabalho mostrará conceitos e técnicas para o uso racional da água, além da importância destas formas alternativas para o melhor aproveitamento da água.

Com o crescimento populacional avançado e desordenado no mundo inteiro aumentou-se a necessidade de criar novas tecnologias, aprimorar as já existentes e principalmente difundir essas técnicas para obter um melhor aproveitamento da água. Embora esses recursos sejam de fontes renováveis a demanda aumenta de tal forma que não possibilita uma relação com a oferta.

Esse artigo apresenta como objetivo geral difundir algumas tecnologias já existentes sobre reuso de água cinza visando diminuir o desperdício assegurando assim a universalidade da água em quantidade mínima e qualidade adequada para o consumo hoje e futuramente.

SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA CINZA

Os métodos de reuso de água em edificações proporcionam a reutilização, sendo em alguns momentos por mais de uma vez. O procedimento mais popular de reuso de água em edificações é a utilização da água de enxágüe da máquina de lavar roupas para a limpeza de pisos, regar jardins.

Em busca de uma melhoria no desempenho dos procedimentos já existentes para o reuso de água, foram realizados estudos que aperfeiçoaram os sistemas que já existiam tornando-os mais complexos e eficientes, que fazem parte dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários.

Os sistemas hidráulicos e sanitários do sistema reuso de águas cinzas, têm a função de separar as águas já utilizadas pela atividade humana que servem para a reutilização e descartam os efluentes impróprios para o reuso.

De maneira simplificada considera-se como água adequada ao reuso o efluente de chuveiros, lavatórios, tanques, máquinas de lavar roupas e de banheiras, que são caracterizadas também como águas cinzas. Porém os efluentes de bacias

sanitárias, lava-louças e pias de cozinha são considerados impróprios para o reuso, e são denominados de águas negras.

A qualidade das águas cinza podem variar conforme a localidade, nível de ocupação da residência, estilo de vida, classe social, cultura e costumes dos moradores. Elas podem ainda apresentar características diferentes, o que depende do ponto de amostragem.

As águas já utilizadas, mas que estão dentro dos padrões para o reuso são tratadas e armazenadas para que futuramente sejam utilizadas em atividades que não necessitem de água potável. É importante ressaltar que em hipótese alguma o sistema de reuso de água ocasiona a mistura por meio de conexões com água tratada disponibilizada pela concessionária. Caso isto aconteça poderá provocar a contaminação de todo sistema predial de água da edificação e como consequência a tornaria imprópria para o consumo humano.

Para a utilização de sistemas prediais de reuso de água alguns fatores devem ser levados em consideração como a preservação da saúde e conforto dos usuários, facilidade de manutenção e o desempenho quanto à disponibilidade e uso sustentado da água.

A construção de sistemas de reuso de águas cinzas de forma sustentável e eco-eficiente depende de vários fatores como o tipo de tratamento, legislação e normas técnicas, requisitos de qualidade e outros como mostra a Figura 01.

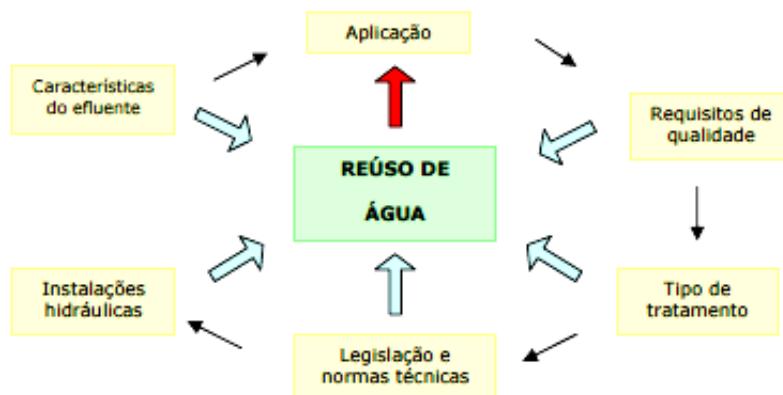


FIGURA 01 : Fatores para implantação do Reuso de água
Fonte: Mendonça (2004).

Mesmo com todos os critérios na instalação, operação e manutenção deste sistema ele se tornou fundamental em edificações sustentáveis e na gestão de disponibilidade de recursos hídricos. Ao substituir o uso de água potável por águas já utilizadas para a realização de atividades que não necessitam de águas tão nobres, reduz-se o uso de água dentro das edificações o que desencadeia uma série de outros benefícios como a preservação de outros recursos naturais.

Ao contrário de países como Japão, EUA, Canadá, Alemanha, Reino Unido e Israel no Brasil os sistemas de reuso ainda não são muito utilizados. É quase nula a sua utilização em edifícios unifamiliares, mas há casos em que já se utilizam os efluentes de máquinas de lavar roupas, chuveiros e lavatórios para a irrigação e lavagem de pisos. O maior problema que impede a prática do uso destes sistemas prediais não é apenas a conscientização da sociedade, mas o elevado custo de implantação e de operação o que torna mais distante das habitações populares.

Critérios e diretrizes do reuso de água

Alguns critérios são estabelecidos para que se possa reutilizar a água, como a saúde pública e o meio ambiente. Segundo Blum (2003) e Hespanhol (2003), os critérios para um programa de reuso quanto à qualidade da água produzida são:

- O Reuso de água não deve resultar em riscos sanitários ;
- A água de reuso não deve apresentar características, como turbidez, perceptíveis que causem rejeição por parte do usuário e;
- O reuso não deve causar prejuízos ou desequilíbrios que afetem a qualidade dos ecossistemas e;
- A qualidade da água de reuso deve atender às exigências dos usos à que se destina, evitando danos materiais e ao meio ambiente e assegurando a saúde pública e;
- Os efluentes utilizados como fonte devem ser submetidos a um confiável e seguro sistema de tratamento garantindo a segurança do programa de reuso e;
- Os sistemas de tratamento a serem utilizados para obtenção da qualidade necessária devem ser compatíveis com a tecnologia e;
- Os custos associados ao tratamento devem ser compatíveis com o reuso de efluentes considerados e;
- As variáveis e os respectivos limites a serem utilizados na caracterização da água de reuso devem ser obtidos em tecnologias analíticas disponíveis.
- As diretrizes são para criar um padrão a ser seguido na criação de normas e diminuir a possibilidade de contaminação. É comum que se faça o mínimo exigido de forma a garantir o desempenho mínimo de cada etapa, desde os tratamentos mínimos ao controle de uso de área.

Os perigos do reuso

De acordo com Hespanhol (2003), os riscos com os usos não potáveis são menores que os riscos dos usos potáveis, mas devem ser tratados cuidadosamente uma vez que há possibilidade de contato direto com o ser humano.

Os perigos ligados à saúde, associados ao tipo de reuso urbano pode ocorrer de várias maneiras como, por exemplo, ingestão accidental e inalação de aerossóis. Os riscos são divididos em biológicos e químicos.

Riscos Químicos

Segundo Metcalf & Eddy (2003), os contaminantes químicos podem ser orgânicos ou inorgânicos. Os contaminantes inorgânicos são provenientes de compostos não metálicos, metais e gases ionizáveis dissolvidos. Já os orgânicos não se consegue distinguir seus componentes separadamente. Cunha(2008), afirma que no grupo dos orgânicos, alguns compostos têm seus efeitos tóxicos, agudos ou crônicos, conhecidos e outros ainda não, sendo um grande problema, pois as Estações de Tratamento recebem todos os dias efluentes de indústrias que acrescentam em seus processos novos produtos químicos o que infelizmente as mesmas nem sempre tem a capacidade de removê-los.

Riscos Biológicos

A grande preocupação associada à água de reuso é a transmissão de doenças infecciosas a partir de fezes e urina de humanos e animais infectados, presentes nos esgotos.

De acordo com Hespanhol (2003), estes organismos não são sinônimos de transmissão de doenças, porque depende de variáveis relacionadas a característica do microorganismo, dos hospedeiros, dos padrões de higiene e das condições sanitárias. Giordani (2002), divide as doenças relacionadas ao esgoto em cinco partes:

- Doenças não latentes e de baixa persistência: são causadas por vírus, protozoários e helmintos, sendo as moscas e eventualmente moluscos os vetores de transmissão e;
- Doenças não latentes e de média persistência: são doenças transmitidas por bactérias, sendo os maiores transmissores as moscas e;
- Doenças latentes, persistentes e sem hospedeiro intermediário: é uma das categorias mais perigosas devido à extensa meia vida e;
- Doenças latentes, persistentes e com hospedeiro intermediário animal e;
- Doenças latentes, persistentes e com hospedeiro intermediário aquático (geralmente um caramujo).

Bastos & Bevilacqua (2005), afirmam que os organismos patogênicos, bactérias, seguidas dos vírus são facilmente removidas em estações de tratamento de esgoto, porém os cistos de protozoários são mais resistentes, mas por serem maiores e densos facilitam na remoção por sedimentação e filtração.

Conforme a EPA (1992), a avaliação dos riscos pode ser por intensidade, pela escala adversa dos efeitos ou pelo potencial de recuperação. Alguns riscos são:

- Contaminação do solo e da água subterrânea: a utilização das águas de Reuso para irrigar por muito tempo acumula substâncias tóxicas e aumenta a salinidade do solo. Dependendo da profundidade do aquífero freático e do tipo de solo do período em que a área é irrigada, a contaminação chega a atingir as águas subterrâneas comprometendo a sua qualidade.
- Redução da disponibilidade hídrica: a vazão de alguns receptores depende do lançamento dos efluentes. A prática do reuso faz com que estes efluentes abasteçam outro usuário e poderão ainda serem lançados em outro corpo receptor fazendo com que alguns rios desapareçam.
- Alteração do ecossistema: a contaminação e falta de água modificam as características naturais, o que provoca vários efeitos nos ecossistemas aquáticos.

Todos estes riscos podem ser minimizados se a água para reuso tiver um tratamento adequado; não se misturar com a potável, pontos de consumo bem sinalizados entre outras coisas.

Parâmetros para projetos do sistema de reuso de águas cinza

Existem projetos que utilizam apenas as águas cinzas e outros que fazem reuso de todo o esgoto doméstico, eles se diferenciam devido a quantidade e a fonte das águas. Como já citado anteriormente as águas cinzas são os efluentes domésticos gerados em residências, edifícios comerciais, escolas e outros, provenientes dos lavatórios, chuveiros, banheiras, tanques e máquinas de lavar roupa.

Conforme Gonçalves et al (2005), os principais elementos associados a um projeto de sistemas de reuso direto para águas cinzas são:

Estabelecimento dos pontos de coleta de águas cinzas e dos pontos de reuso das águas cinzas tratadas e;

- Determinação das vazões disponíveis e;
- Dimensionamento do sistema de coleta e transporte das águas cinza brutas e;
- Determinação do volume de água a ser armazenado e;
- Definição dos parâmetros de qualidade da água em função dos usos estabelecidos e;
- Definição do sistema de tratamento da água e;
- Dimensionamento do sistema de distribuição da água tratada aos pontos de consumo.

Gonçalves et al (2005), explica que a escolha dos pontos de coleta e dos pontos de reuso das águas cinzas tratadas variam em função do tipo de água cinza produzida e em função da configuração hidráulica do edifício.

Devem ser realizados estudos sobre as técnicas de tratamento, considerando tanto os tratamentos físico-químicos como os biológicos. É importante ressaltar que o sistema deve ser executado de maneira independente dos demais sistemas hidráulicos da edificação.

Sistemas de coleta de esgoto sanitário

Os ramais são formados por dois sistemas independentes, para que ocorra a divisão dos efluentes de águas cinzas e águas negras. Esta separação possibilita a redução dos custos no investimento para a implantação do sistema visto que é um procedimento mais simples onde possibilita a separação dos efluentes com maior poluentes como os oriundos de bacias sanitárias e aproveitam aqueles com uma menor concentração de carga poluidora como os das máquinas de lavar roupas.

Sistemas de tratamento:

As águas cinza são levadas para um sistema de tratamento que retiram a carga poluidora e as desinfetam. Existem várias maneiras para fazer este tratamento, mas o estudo das características do efluente acompanhado dos requisitos de qualidade para a aplicação de Reuso desejada é o que define qual tratamento a ser adotado, deve-se ter bastante atenção, pois o sistema tem que garantir padrões de qualidade que não provoquem riscos ambientais ou à saúde dos usuários. Os métodos desenvolvidos vão desde processos simples em residências até tratamentos avançados para o Reuso em larga escala. O tratamento das águas cinza está ligado a qualidade da água coletada e do seu uso final.

Sistema de reservação

A água de reuso é levada para um reservatório exclusivo após ter passado por tratamento e desinfecção. Será deste reservatório que ela será distribuída para os pontos de utilização por meio de sistema pressurizado ou aduzida para um reservatório superior para sua futura utilização. As águas cinza são produzidas em pouco tempo enquanto o seu uso ocorre de maneira distribuída ao longo do dia. Sendo assim ocorre um débito de água durante a tarde e a madrugada. A prática de utilizar as águas de reservatórios de acumulação minimiza o problema desse déficit.

Sistema de distribuição

São condutores horizontais e verticais que levam o efluente proveniente do chuveiro, do lavatório e outros para o sistema de armazenamento, onde será tratado. Em momento algum esse sistema pode gerar contato da água para Reuso com o sistema de água potável.

A Figura 02 a seguir ilustra um sistema de Reuso de água em uma residência. O sistema é constituído por dois reservatórios, um inferior e outro superior com água limpa provenientes de lavatório, chuveiro e máquina de lavar. Após o tratamento abastecem a bacia sanitária e uma torneira de jardim.

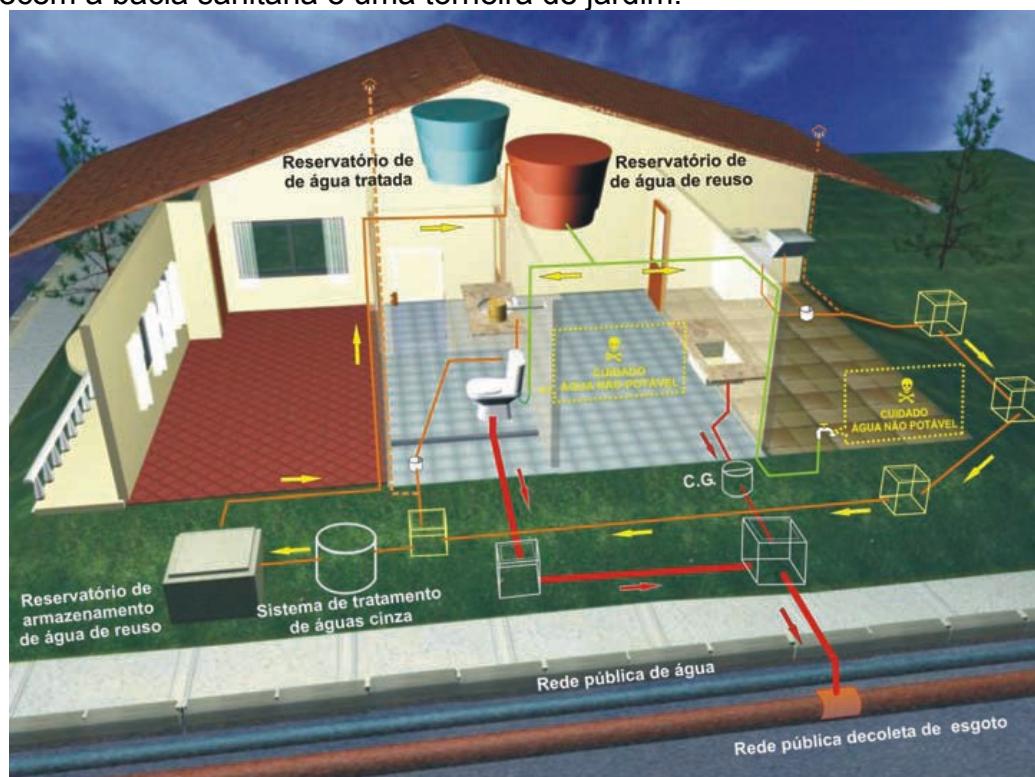


FIGURA 02: Esquema ilustrativo de um sistema de reuso de água
Fonte: (Oliveira et al, 2007)

ANÁLISE DE RESULTADOS

Requisitos para implantação de sistemas de reuso de água em edificações

No Brasil ainda não existe uma norma específica sobre os requisitos necessários para a implantação de sistemas prediais de Reuso de água. Porém a

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) contempla na NBR 13969 de 1997, que trata de projeto, construção e operação de tanques sépticos, aspectos básicos que devem ser observados quanto à concepção deste sistema. No item 5.6 da NBR 13969, descreve o local em que o esgoto de origem doméstica ou similar deve ser armazenado, e após o tratamento deve ser utilizado exclusivamente para fins que não exigem água potável.

Trata ainda do planejamento do sistema de reuso, usos previstos para o esgoto tratado, volume de esgoto a ser reutilizado, grau de tratamento necessário, sistema de reservação e distribuição e manual de operação e treinamento necessário dos responsáveis.

A norma estipula que o sistema deve ser dimensionado de maneira a garantir o mínimo de duas horas de uso de água no horário de maior demanda. Adverte ainda sobre o uso de simbologias e cores distintas nas tubulações e tanques de reservação para que não sejam confundidos com o sistema de água potável e assim garanta a segurança do usuário. Quando houver a utilização múltipla do reuso com qualidades diferentes de água, deve-se ter reservatórios independentes sendo identificados de acordo com a qualidade da água armazenada.

Os profissionais responsáveis pelo planejamento e projeto do sistema de reuso devem fornecer manuais de operação e especificações técnicas descrevendo o sistema de tratamento, reservação e distribuição.

Os sistemas de Reuso podem ser designados para diversos fins, devendo apenas adaptar o sistema de tratamento de água com a qualidade desejada. Na norma é apresentada a afirmação de que o sistema deve ser estruturado de maneira a permitir seu uso de maneira segura e racional. Classifica segundo as atividades de uso os parâmetros de qualidade da água a ser reutilizada, conforme o Quadro 01.

Classe	Uso Previsto	Parâmetros de qualidade da água de reúso	
Classe 1	Lavagem de carros e outros usos que requerem contato direto do usuário com a água com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes **Nível de tratamento sugerido: tratamento aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido por filtração convencional (areia e carvão ativado) e cloração.	Turbidez	< 5 NTU
		Coliformes fecais	< 200 NPM / 100 mL
		Sólidos dissolvidos totais	< 200 mg/L
		pH	6 a 8
		Cloro residual	0,5 a 1,5 mg/L
Classe 2	Lavagem de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes. **Nível de tratamento sugerido: tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido por filtração de areia e desinfecção.	Turbidez	< 5 NTU
		Coliformes fecais	< 500 NPM / 100 mL
		Cloro residual	> 0,5 mg/LL
Classe 3	Reúso em descargas de bacias sanitárias – normalmente efluentes de enxágue das máquinas de lavar roupas satisfazem aos padrões, sendo necessário apenas a cloração. **Nível de tratamento sugerido: tratamento aeróbio seguido por filtração e desinfecção.	Turbidez	< 10 NTU
		Coliformes fecais	< 500 NPM / 100 mL
Classe 4	Reúso nos pomares cereais, forragens, pastos para gado e outros cultivos através de escoamento superficial ou sistema de irrigação pontual. **As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita.	Coliformes fecais	< 500 NPM / 100 mL
		Oxigênio dissolvido	> 2,0 mg/L

QUADRO 01 – Classificação dos parâmetros de qualidade da água segundo os reusos previstos.

(NBR 13969, ABNT,1997)

Podem ser encontrados na água de reuso alto teor de surfactantes que ocasionam a formação de espumas e odor, elevado teor de fósforo indicando a presença de detergentes superfosfatados entre outras substâncias.

Conforme as devidas características e com o auxílio da norma já citada é possível definir padrões de qualidade para as águas a serem utilizadas, sendo assim determinar o tipo de tratamento necessário.

Caracterização dos sistemas de tratamento de afluentes sanitários destinados aos sistemas prediais de reuso

Atualmente são disponíveis no mercado inúmeros sistemas de tratamento de esgoto doméstico o que torna mais fácil a implantação de sistemas em edificações

residenciais e pequenos conjuntos habitacionais. A escolha do tipo de equipamento está diretamente ligado ao tipo de efluente a ser tratado e a vazão diária de contribuição.

A seguir tem-se alguns dos sistemas de tratamento disponíveis.

Filtro de múltiplas camadas

Oliveira et al (2007) demonstra um sistema simples de tratamento de efluentes domésticos para o reuso de água. O sistema tem como base um filtro de múltiplas camadas por onde passa o efluente a ser tratado, conforme a Figura 03. Este sistema é bem simples de ser confeccionado, utiliza-se barril plástico e agregados específicos que proporcionam a taxa de filtração requerida pelo tratamento. As várias camadas existentes são as responsáveis pelo tratamento biológico e mecânico, retendo os sólidos sedimentáveis podendo remover totalmente as concentrações de nitrogênio amoniacal, nitrato, fosfato e coliformes fecais.

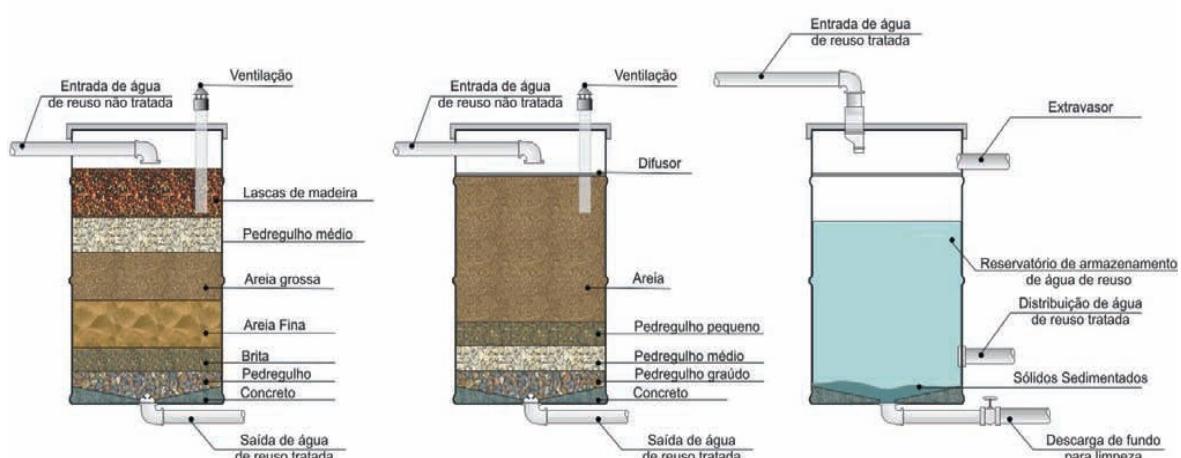


FIGURA 03: Filtros de múltiplas camadas utilizados para o tratamento de águas cinza destinadas ao reuso

Fonte : Oliveira et al (2007) apud Little(2004)

É recomendável a desinfecção do efluente após o tratamento pelo filtrante, sendo os mais utilizados, a cloração e a radiação ultravioleta.

Sistema “Zona de Raízes”

São conhecidos também como Solos Filtrantes ou Wetlands, segundo Monteiro (2009), são construídos baseados nos sistemas naturais, que utilizam suas características despoluidoras para proporcionarem a melhoria da qualidade das águas.

Este sistema é formado por uma vala preenchida com camadas de areia, pedras de diversas granulometrias e um preparo de solo altamente alcalino. Uma malha de drenos é disposta no fundo da vala e outra no início.

O trajeto do efluente inicia-se passando por uma fossa séptica e por um decantador em seguida vai para a malha dispersora que o distribui superficialmente sobre a vala filtrante. O efluente passa por todas as camadas da vala até ser coletado novamente pelo dreno.

Segundo Oliveira et al (2007), o sistema de zona de raízes processa quase que completamente a carga poluidora transformando-a em materiais inofensivos e até mesmo úteis para o desenvolvimento das plantas. As figuras 04 a 06 mostram as etapas deste processo de tratamento.

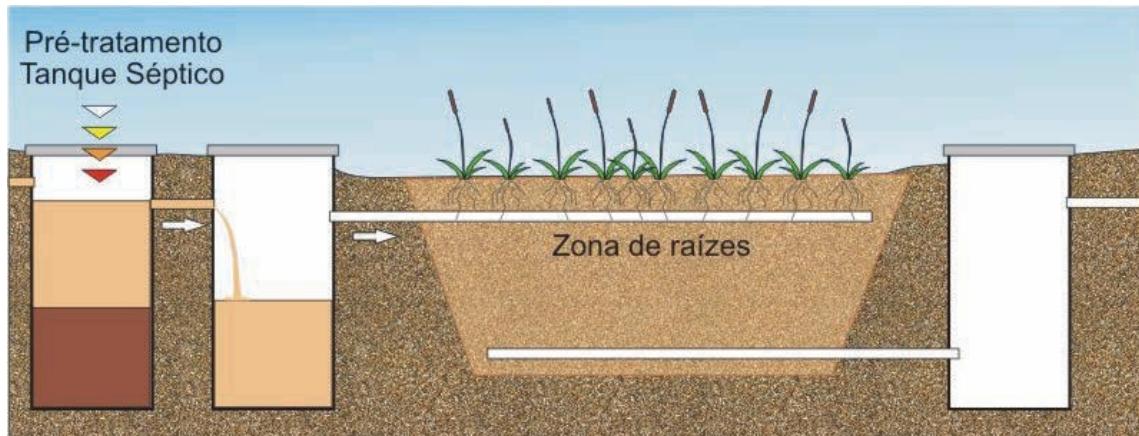


FIGURA 04: Pré-tratamento do esgoto no tanque séptico – separação do líquido e massa grossa.

Fonte: ARTEMEC, (2003)

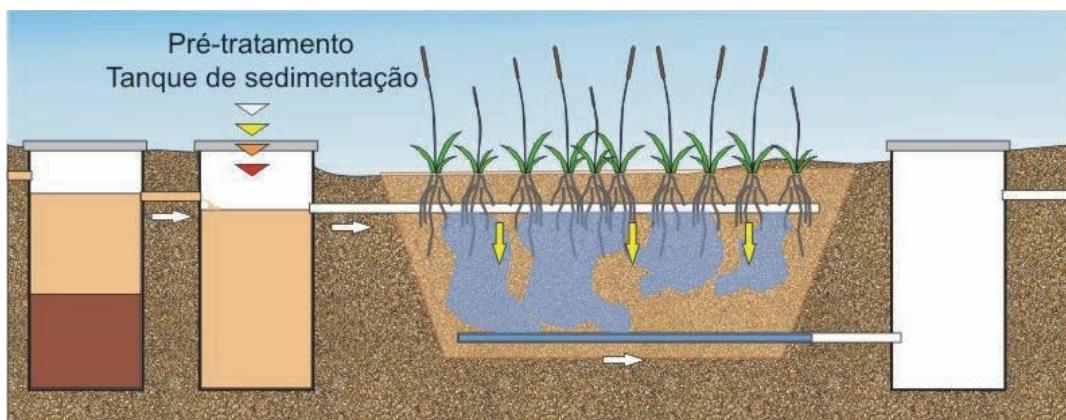


FIGURA 05: Captação do efluente pelos drenos após o tratamento na “zona de raízes”

Fonte: ARTEMEC, (2003)

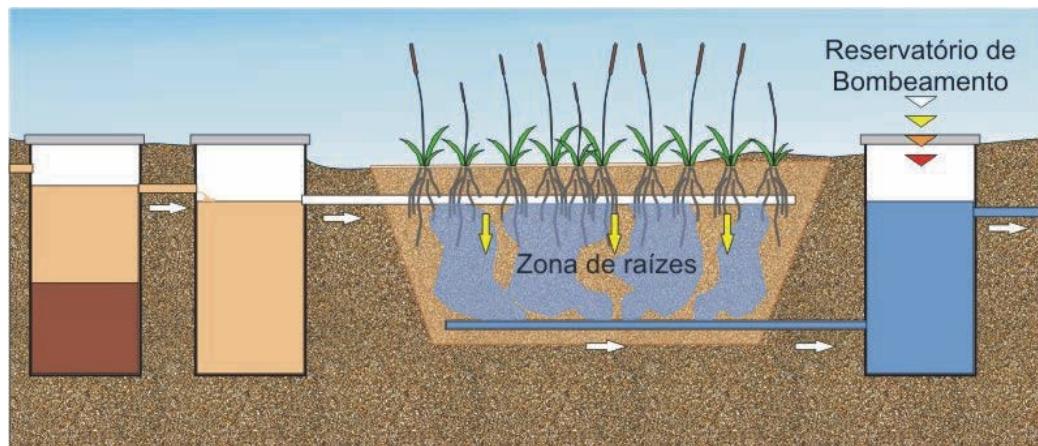


FIGURA 06: Abastecimento da caixa de revisão – reservatório de bombeamento e monitoramento da qualidade da água tratada

Fonte: ARTEMEC, (2003)

Este sistema não consome energia elétrica durante o processo, exceto para o sistema de recalque. Tem ainda como vantagem a absorção de água da chuva que precipita sobre a vala filtrante. O resultado do tratamento é bem elevado o que possibilita a utilização da água para sistemas de descarga de bacias sanitárias, irrigação de jardins e lavagem de pisos.

Estações compactas

São sistemas modulares fabricados em indústrias, pode ser aplicado em várias situações, desde residências unifamiliares a grandes conjuntos residenciais. Os efluentes tratados podem ser utilizados para limpeza de calçadas, automóveis e descarga de bacias sanitárias e mictórios. Uma grande vantagem deste sistema é a sua possibilidade de ficar totalmente sob a superfície do solo, desta maneira pode-se reutilizar a área para outros fins, como estacionamento.

Septodifusor ou valas de infiltração

Neste procedimento o efluente de esgoto passa por uma camada de pedras ou por elementos de grande superfície de contato, conforme a figura 07. Segundo NUVOLARI (2003), esses elementos são os septodifusores, neles formam um filmebiológico constituído de bactérias e outros microorganismos. Esta massa biológica possibilita a deterioração aeróbica da carga orgânica do volume tratado. Em seguida uma camada de areia grossa, que também forma colônias de bactérias, tem o papel de filtro complementar.

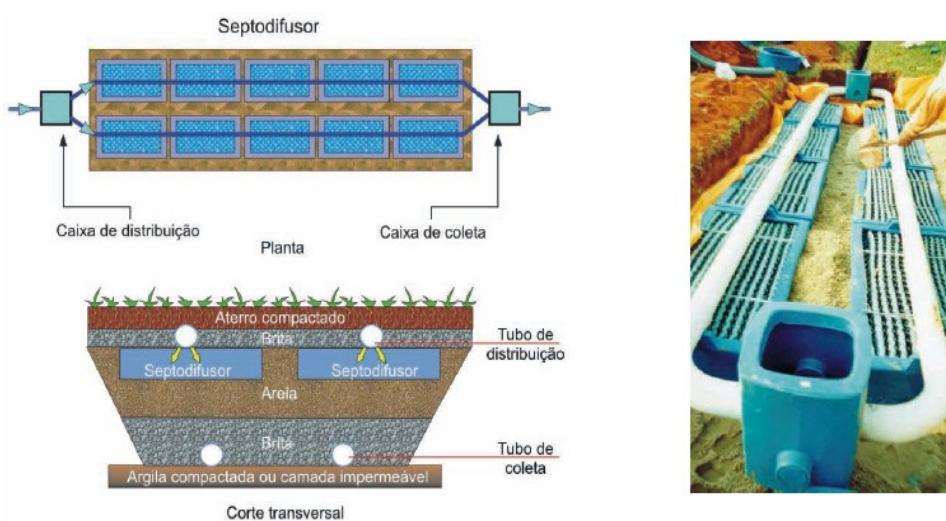


FIGURA 07: Esquema de tratamento de efluentes por valas de infiltração ou septodifusores

Fonte: Adaptado de ROTOGINE (2005); NUVOLARI (2003)

O efluente infiltrado é captado por drenos posicionados abaixo das camadas de tratamento biológico. Feito isto o efluente tratado vai para um reservatório de armazenamento e reaproveitamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O interesse pelo sistema de reuso que ainda é pequeno se deve ao preconceito de utilização de água proveniente do efluente do esgoto doméstico e, também, ao maior risco de contaminações associado ao sistema de manutenção que possam promover danos à saúde dos usuários diretos e indiretos do sistema. Um sistema de reuso concebido de forma adequada, mas operado de forma inadequada diminui a eficiência de tratamento e eleva os riscos de danos à saúde pública e de degradação do ambiente.

Portanto, ressalta-se a importância de adoção de ações de caráter educacional e operacional que forneçam as informações necessárias à correta utilização do sistema de reuso por parte dos usuários.

Por outro lado, um sistema de reuso de água mal concebido, independente da forma de operação, possivelmente irá ocasionar inúmeros malefícios aos usuários diretos e indiretos do sistema. Assim, torna-se relevante a ampliação do conhecimento desse sistema e a realização de avaliações contínuas dos sistemas existentes, de tal forma que se promova a criação de uma base de dados que permita aos profissionais avaliar os benefícios de adoção dos sistemas prediais de reuso de água. Por meio dessas informações, também, seria possível propor melhorias, estabelecer metas e diretrizes mais rigorosas para o desenvolvimento de sistemas de elevado desempenho e cada vez mais seguros para os usuários.

REFERÊNCIAS

ARTEMEC. **O que é o Sistema de zona de raízes.** [Homepage Institucional]. Disponível em: <www.artemec.com.br/modulo2/2/centro1.htm> acessado em 20/07/2010;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13969: **Tanques sépticos: Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: Projeto construção e operação: procedimento.** Rio de Janeiro, 1997;

BASTOS, K. X. B.; BEVILACQUA P. D. Utilização de esgotos sanitários: riscos à saúde humana e animal. In: Workshop Uso e Reuso de Águas de Qualidade Inferior: Realidades e Perspectivas. Anais...Campina Grande, 28 a 30 de novembro de 2005.

BLUM, J. R. C. **Critérios e padrões de qualidade da água.** In MANCUSO, P. C.

S.;SANTOS, H.F. Reuso de água. São Paulo: Manole, 2003, pag. 125 a 172.

CUNHA, V. D. da. **Estudo para proposta de critérios de qualidade da água para reuso urbano**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

EPA. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. **Manual: Guidelines for water reuse**. Washington, DC. 1992 (EPA/625/R-92/004)

GIORDANI, S. **Averiguações das possibilidades de reuso de efluentes domésticos tratados nas bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira** – Região de Curitiba.. 201 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Hidráulica) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002.

GONÇALVES, R. F. Tecnologias nacionais para pós-tratamento de esgotos. In: ANDREAOLI, C. V., WILLER, M. (Ed.). **Gerenciamento do saneamento em comunidades planejadas**. São Paulo: Alphaville Urbanismo S.A, (p. 161-173). (Série Cadernos Técnicos Alphaville, 1). São Paulo, 2005.

HESPANHOL, I. **Pontencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria e recarga de aquíferos**. In: MANCUSO, P. C.;SANTOS, H.F. das. Reuso de água Barueri: Manole, 2003. P. 37 – 96.

MENDONÇA, P. A. O. **Reuso de água em edifícios públicos**. O caso da escola politécnica. Salvador, 2004. 162 p. Dissertação (Mestrado em gerenciamento e Tecnologias ambientais no processo produtivo) – Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2004.

METCALF & EDDY. **Wastewater Engineering - Treatment and Reuse**. 4 ed. New York: McGraw Hill, 2003

MONTEIRO, R.C. **Viabilidade técnica do emprego de sistemas tipo “wetlands” para tratamento de água cinza visando o reuso não potável**. São Paulo. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo,2009.

NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário: coleta transporte tratamento e reúso agrícola**. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 2003. 520 p.

OLIVEIRA, L. H; ILHA, M. S. O.; GONÇALVES, O. M.; YWASHIMA, L.; REIS, R. P .A. R.. **Levantamento do estado da arte: Água - Tecnologias para construção habitacional mais sustentável**. Projeto Finep, São Paulo, 2007.

WUNDER, L. R.. **Avaliação durante operação dos sistemas hidráulicos prediais e urbanos de conjuntos habitacionais de interesse social no município de Passo Fundo**. Dissertação de Mestrado da Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, RS, 2006.