

REÚSO DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS: revisão da prática e estudo de caso na Região Metropolitana de São Paulo

Débora Mendonça Simões¹ & André Luiz de Lima Reda²

RESUMO — Uma das maiores preocupações atuais é escassez de água. Sistemas para captação e tratamento de águas servidas para reúso em fins não-potáveis são alternativas que estão sendo crescentemente adotadas no que se refere à economia do recurso hídrico, à preservação ambiental e às conseqüentes vantagens sócio-econômicas. Este trabalho visa desenvolver análise de estudo de caso de edifício residencial que mostra a adoção do reúso de água na construção civil, analisando o benefício-custo de sua implantação em edifícios. Para isso, o trabalho inicialmente elenca os principais métodos de reúso de água, juntamente com as técnicas desenvolvidas nesta área para novas edificações. Através de contatos com empresas especializadas na execução de projetos de reúso de água, foram estudadas (na dissertação, mais completa, donde se deriva este artigo) as principais técnicas de reúso e suas implantações – que são aqui resumidas. São exemplificados alguns tipos de abastecimento alternativo de água, mostrando sua importância na direção da sustentabilidade. O empreendimento residencial Ecolife Santana é o estudo apresentado de forma detalhada. O resultado de sua análise mostra a interferência positiva da adoção de reúso de água, enfocando seu impacto na relação benefício-custo do empreendimento – além de outras vantagens e desvantagens.

ABSTRACT — One of the major causes for worries in the world is water shortage. Systems for wastewater abstraction and treatment for re-use as non potable water are an alternative being increasingly adopted such as to spare this natural resource, preserve the environment, and also provide social-economic advantages. This analysis has the objective to develop a case study on a residential building that has adopted water re-use in its design conception, such as to explore the possibilities of its implementation on new buildings. Initially, this will study the main re-use methods linked with water-reuse techniques developed for residential buildings. By contacting specialized companies that have implemented water re-use projects, the main academic study from which this article is derived revisits the main techniques for their implementation – summarized here. This study exemplifies some kinds of alternative water supply, highlighting their importance under the sustainability point of view. Then, the case of the Ecolife Santana residential building is studied. Its final analysis shows positive impacts of water re-use under an economical point of view, also focusing on the enterprise cost-benefit – as well as other advantages and disadvantages.

Key words – Water re-use. Building water supply. Sustainable dwelling systems.

Palavras-chave: Reúso de água. Abastecimento predial. Condomínio sustentável.

¹ Escola de Engenharia, Universidade Presbiteriana Mackenzie – End: Rua Eugene Carriere, 30, CEP 05541-100, São Paulo, SP, Brasil debora_78@hotmail.com

² Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie; Escola de Engenharia Mauá, CEUN-IMT– End: Rua Dr. Vila Nova, 35-4E, CEP 01222-020, São Paulo, SP, Brasil allreda@mackenzie.com.br

1 – INTRODUÇÃO

O reúso de água é definido como o uso de água residuária (ou águas servidas), de qualidade inferior à encontrada em muitos mananciais naturais (ABES, 1997). Estas são despejos líquidos, subproduto de atividade antrópica, oriundos de residências e estabelecimentos comerciais, convencionalmente descarregados nos coletores de esgotos como destino preferencial. As técnicas do reúso abrangem desde a simples recirculação de água na condição não-potável até a remoção de poluentes em alto grau para utilização em aplicações mais específicas.

A qualidade necessária à água de reúso está diretamente ligada ao tipo de uso. Os resultados obtidos de análises do efluente devem preencher requisitos mínimos, exigidos pelas legislações, para que seja permitido cada tipo de aplicação. O controle da qualidade de água objetiva a obediência a cada limite aceitável de impurezas, em conformidade com o uso do produto “água” em sua aplicação, resultando tipos e graus de tratamento necessários. Conforme o caso, é preciso executar operações tais como sedimentação e filtração através de decantador e filtro de areia; filtração através de filtro de camada dupla (areia e antracito); coagulação, floculação, decantação ou flotação; desinfecção e correção de acidez, dentre outros.

Existem várias fontes alternativas de água para aproveitamento ou reúso. No âmbito predial, os tipos de águas são: água cinza, água pluvial e água de drenagem de terreno.

A água cinza é o efluente que não possui contribuição da bacia sanitária, ou seja, o esgoto gerado pelo uso por banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas, pias de cozinha e lavagem de pisos em residências e escritórios, principalmente.

A água pluvial na edificação é a água que provém diretamente da chuva captada ao escoar por telhados, coberturas diversas ou grandes superfícies impermeáveis.

A água de drenagem de terrenos é a água proveniente do lençol freático presente na área da edificação, captada através do sistema de drenagem superficial, de contenção ou de drenagem do subsolo.

O reúso permitido dessas águas é variável com o tipo de tratamento, conforme determinação na NBR 13.969/97 (ABNT, 1997). Por exemplo, o reúso em empregos domésticos trata do reaproveitamento das águas residuárias residenciais. Estas águas, provenientes do uso doméstico, apresentam pouca matéria orgânica, advindas do banho e higiene pessoal, e podem ser reutilizadas nas atividades de lavanderia, para descargas de bacias sanitárias, para regas de jardins e para outras atividades não tão nobres quanto o uso potável. Assim, no caso da atividade do abastecimento doméstico com águas de reúso para descargas em bacias sanitárias, a qualidade básica requerida deve ser isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde; ter baixa agressividade e dureza e ser esteticamente agradável, com baixa cor, sabor e odor.

Outro exemplo de fonte alternativa de água é o uso da água proveniente da chuva, cuja extensão depende da qualidade do ar no local de sua precipitação, além de localização geográfica, tipo de chuva, presença ou não de vegetação, qualidade típica do ar local e proximidade de oceanos. Devido a estas variantes, quando a precipitação ocorre em locais poluídos, a qualidade desta água é equiparada, pela legislação brasileira, à qualidade do esgoto, exigindo os mesmos cuidados da água que normalmente é armazenada para posterior tratamento e uso.

Já o reúso de águas provenientes do tratamento do esgoto sanitário tem objetivos múltiplos, tais como: reduzir o volume do esgoto, mitigando e neutralizando seus efeitos nocivos, de forma a melhor destinar o seu descarte ou aproveitamento e reduzir a exploração dos mananciais. Parte do efluente tratado passa por um tratamento complementar e é utilizada como água de reúso. Tal tratamento inclui um procedimento prévio, conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1997), no qual são removidos os sólidos grosseiros e a areia e, após esta etapa, é feito um tratamento secundário, denominado biológico, para a remoção dos sólidos dissolvidos, principalmente orgânicos. Dependendo do uso a que se destina a água tratada, esta passa por um tratamento avançado.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1997) impõe, na NBR 13.969, que o grau de tratamento para uso múltiplo de águas com componentes oriundos de esgoto tratado seja definido, regra geral, pelo uso mais restritivo quanto à sua qualidade, que é assim classificada: classe 1, que consiste no contato direto com o usuário como, por exemplo, na lavagem de carros; classe 2, que consiste em lavagem de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, e classe 3, que se trata do reúso nas descargas dos vasos sanitários. Os sistemas de reserva e de distribuição devem ser identificados, o edifício que possui água de reúso deve possuir um manual de operação e treinamento dos responsáveis e deve ser feita amostragem para análise do desempenho para avaliação periódica do sistema de tratamento implantado.

Este trabalho apresenta um estudo sobre as fontes alternativas de água para reúso, seus tipos e os modos de utilização caso a caso, conforme a relação aproveitamento específico x tipo de tratamento em obras de construção civil – sempre buscando uma relação interessante benefício-custo de implantação do sistema.

O objetivo geral do trabalho é identificar as características da água de reúso e avaliar sua importância econômica no desenvolvimento da sustentabilidade, disseminando o conceito de uso racional da água através do reúso. Além disto, tem os objetivos específicos de contribuir para a implantação do sistema de reutilização da água não potável nas edificações, mostrando o benefício-custo da utilização e implantação do seu sistema de tratamento aos empreendedores e aos usuários; identificar os tipos de reúso de água mais utilizados em edifícios residenciais, conforme as normas técnicas; reconhecer os tratamentos dessas águas; avaliar a manutenção do sistema de reúso e

realizar estudo de caso que comprove sua importância. Objetiva-se, majoritariamente e finalmente, defender a ideia do uso racional da água através das águas residuárias.

2 – REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA SOBRE USO E DISPONIBILIDADE DA ÁGUA

Conforme dados da Organização das Nações Unidas (WORLD RESOURCES INSTITUTE, 1999), atualmente, a quantidade de água doce na Terra é de 2,5% da superfície coberta de água total do Planeta, sendo que somente 0,007% são acessíveis técnico-economicamente ao uso pela humanidade. Desta parcela acessível, 8% são utilizados apenas em residências e escritórios, o que mostra a importância do reúso de água nos edifícios residenciais e comerciais.

Dentro de uma residência média, esses 8% da água doce acessível do mundo são distribuídos de acordo com os gráficos da Figura 1, mostrando a distribuição em porcentagem de uso por tipo de aparelho sanitário ou eletrodoméstico.

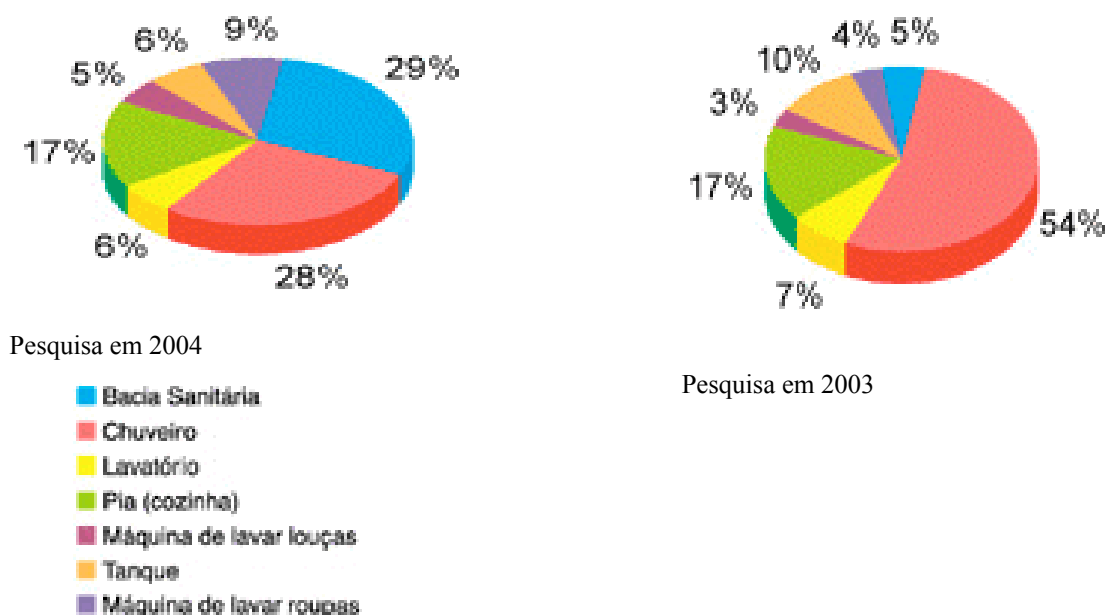


Figura 1 – Distribuição do uso de água doce em uma residência (DECA, 2009)

Dentro deste cenário, as perspectivas para os próximos anos indicam escassez da água até o ano 2050, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Escassez da água potável no mundo

Previsões	2050
	9,4 bilhões de habitantes
Suficiência	58%
Insuficiência	24%
Escassez	18%

Fonte: World Resources Institute (1999)

Além disso, existem desperdício e ineficiência na coleta e no tratamento de água residual, bem como a descarga de esgotos não tratados, como verificado no exemplo do Brasil, onde, de acordo com o Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (2005), a coleta de esgoto sanitário atende apenas cerca de 40,12% da população urbana.

O reúso de água surge, então, como uma prática que também apresenta a vantagem de diminuir a quantidade de esgoto lançado à rede coletora, já que, com ele, parte é tratada e reutilizada ao invés de ser totalmente descartada para os coletores de esgoto.

Além dos problemas acima relatados, à falta de uma política do uso racional e sustentável dos recursos hídricos, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2005), as empresas brasileiras de saneamento perdem em média mais de 40% da água produzida ao longo das redes de distribuição. No caso específico da Companhia de Saneamento Básico de São Paulo (2006) as perdas relatadas de água na rede de abastecimento chegam a 24%. Este desperdício representa 10m³/s, o que equivale ao abastecimento de aproximadamente três milhões de pessoas por dia. Com uma política do reúso da água, importantes volumes de água potável seriam poupados, usando-se, ao invés dela, água de qualidade inferior, geralmente efluentes secundários pós-tratados, para atendimento de finalidades que podem prescindir da potabilidade.

A viabilidade da aplicação de uma técnica na prática está condicionada à relação benefício-custo que apresentar, ou seja, em que grau a eficiência técnica atingida pelo projeto irá diretamente redundar na viabilidade econômica. Considera-se, para tanto, os seguintes aspectos: nível de tratamento, manutenção e custos de projeto e de implantação do sistema.

A técnica do reúso de água também está sendo adotada em outros países, como, por exemplo, Estados Unidos e Japão. Segundo Costa (2002), o estado da Califórnia, nos Estados Unidos, detém longa tradição no reúso das águas, tendo desenvolvido suas regulamentações por volta de 1918 e adotado o reaproveitamento da água servida de residências. Cita ainda outro exemplo na cidade de Kitakyushu, no Japão, onde, em 1995, foi erguido um edifício de catorze pavimentos preparado para a utilização da água de chuva. Para isso, há um reservatório subterrâneo com capacidade para um milhão de litros. Nesse prédio, a água servida dos lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar roupa também é reaproveitada. Todas as bacias sanitárias possuem alimentação com água não-potável, de chuva e servida. Estes exemplos mostram a importância da água de reúso e algumas de suas aplicações. No Brasil, a importância do reúso de água está em processo de crescimento.

Para avaliar a eficiência de um sistema proposto de reúso, é preciso desenvolver estudo detalhado com relação à quantidade de oferta e à demanda para aproveitamento de água, para que os investimentos sejam empregados efetivamente e o empreendimento tenha o retorno esperado e, como o mais importante objetivo a ser alcançado, utilizar águas não-potáveis onde for viável a fim de evitar desperdício destas.

3 – METODOLOGIA

Neste trabalho, é analisado um empreendimento na cidade de São Paulo que implantou o sistema de reúso de água, o condomínio residencial Ecolife Santana, da construtora Ecoesfera - Empreendimentos Sustentáveis. Nele, são analisados e especificados a implantação do sistema de reúso de água utilizado, mostrando o projeto e todo seu sistema de captação e tratamento das águas, e o volume de reserva de água que foi necessário, além de explicado o tipo de tecnologia de tratamento empregado. Com base nas alternativas de sistemas passíveis de serem utilizados, são detalhadas na dissertação acadêmica que originou este artigo (SIMÕES, 2009) as de maior eficiência técnica e ambientalmente, através de listagem dos pontos positivos de cada sistema empregado.

É mostrado, ainda, o custo do sistema de tratamento finalmente escolhido e desenvolvido pela projetista do empreendimento para reutilização das águas não potáveis, para analisar a viabilidade da implantação desse sistemas no empreendimento.

A partir da quantidade de retenção, do tipo de tratamento e do local de reutilização da água não potável, são analisados os métodos apresentados. Nesta análise, são mostrados também os custos referentes à manutenção dos sistemas adotados, incluindo a quantidade de água potável a ser economizada no empreendimento com a implantação do sistema de reúso de água.

Após análise dos resultados, conclui-se pelo benefício-custo interessante do sistema de reúso.

Antes, porém, da apresentação e da análise do estudo de caso, segue (no Capítulo 2) uma revisão da atual prática do reúso da água na construção civil.

4 – REÚSO DE ÁGUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL SUSTENTÁVEL

4.1 – Sistemas de tratamento de água para reúso

Existem vários tipos de tratamento de água de reúso. A Figura 2 exemplifica o circuito básico de todos os tipos de tratamento destas águas, principalmente das águas cinzas.

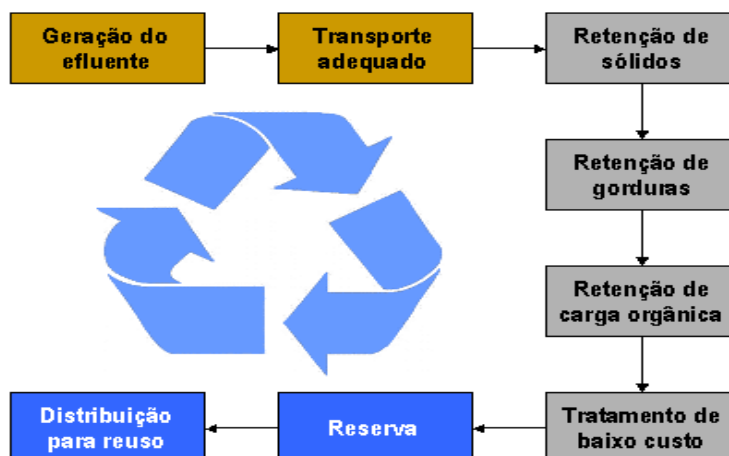


Figura 2 – Circuito de tratamento de água de reúso.

Fonte: Arteconstru (2006)

Dentro da configuração básica do sistema de tratamento de água de reúso, um projeto para a utilização de água cinza prevê subsistemas de condução da água tais como ramais, tubos de queda e condutores. Além disso, é preciso que uma planta de tratamento da água consista basicamente em gradeamento, decantação, filtro e desinfecção. Estas águas precisam então ser acumuladas e distribuídas, conforme mostra a Figura 3.

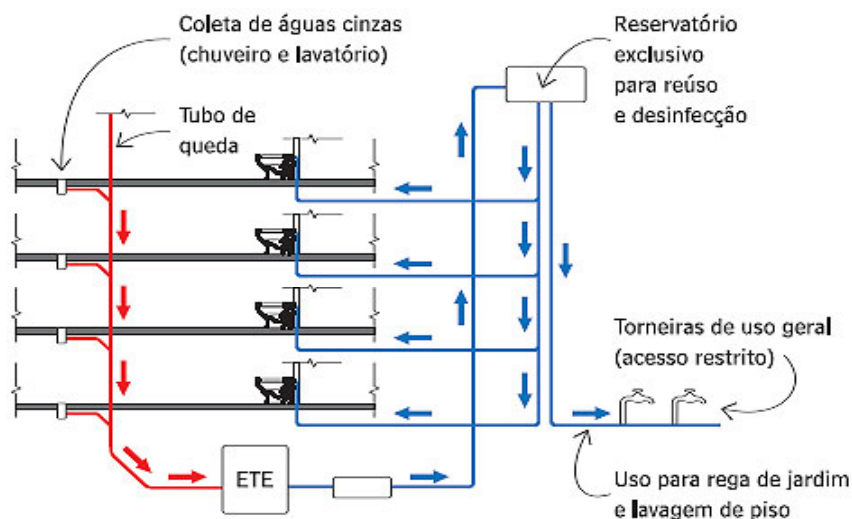


Figura 3 – Projeto de distribuição das águas cinzas

Fonte: Téchne (2008)

Simões (2009) continua detalhando os esquemas para instalações de reúso de água doméstico da água do chuveiro, nos aspectos hidráulicos e sanitários. Para tratamento destas águas de reúso, são implantadas ETEs (Estação de Tratamento de Esgoto). Existem várias tecnologias para tratamento; porém, os processos tradicionais, mais comuns, são sedimentação (tratamento primário) e filtração, visando à separação dos sólidos, seguidos por tratamentos aeróbio-biológicos para a remoção de matéria orgânica, desinfecção e controle e eliminação de agentes patogênicos. Simões (2009) detalha melhor cada uma dessas operações unitárias de tratamento no caso de sistemas prediais para reúso de águas servidas.

Há tratamentos mais avançados, para o caso de estarem presentes poluentes recalcitrantes ou persistentes, além de hidrocarbonetos, por exemplo. Dentre tais processos de tratamento mais avançado, tem-se: coagulação, floculação química, filtração de membrana e osmose reversa – que se destinam a controlar o pH e remover microrganismos, sais, minerais e outros poluentes especiais (ver SIMÕES, 2009).

Outro sistema alternativo de abastecimento de água é o uso das águas pluviais, que precisa de um processo de armazenagem com cuidados especiais, como a presença de luz solar e o descarte da água de escoamento inicial. Vários casos de empreendimentos condominiais têm sua viabilidade técnico-econômica defendida mais facilmente quando se alia este tipo de sistema de abastecimento

ao de reúso das águas cinzas – como ocorre com o estudo de caso mostrado mais adiante. Simões (2009) fornece maiores informações sobre sistemas de captação, tratamento e abastecimento predial com águas pluviais – incluindo a descrição técnica e de cálculo de alguns casos exemplares bem sucedidos. Naquela publicação, também são fornecidos vários exemplos de empresas que projetam sistemas de reúso de água.

4.2 – Definição de termos importantes

Algumas definições relativas componentes dos sistemas de tratamento da água para reúso são importantes para o entendimento das idéias aqui propostas e do estudo de caso. Estão listadas abaixo:

- a) Caixas de gordura: unidades para remoção de grandes quantidades de óleos, graxas, gorduras, ceras e outros materiais de densidade inferior à da água que estão presentes nos esgotos sanitários – portanto, materiais que flutuam (ou flotam). Estas caixas devem ter capacidade de acumulação de gordura entre cada duas operações de limpeza; condições de tranquilidade suficientes para permitir a flutuação do material; dispositivos de entrada e saída convenientemente projetados, permitindo ao afluente e efluente escoarem normalmente; condições de vedação suficientes para evitar o contato com insetos e roedores, entre outros dispositivos. Estas caixas têm por finalidade evitar obstruções dos coletores; aderência nas peças especiais dos sistemas; acúmulo na unidade de tratamento, provocando odores desagradáveis e perturbações no funcionamento dos dispositivos de tratamento, e evitar causar aspecto e qualidade deletérios nos corpos hídricos receptores.
- b) Desinfecção: forma de extermínio de organismos patogênicos. No caso de tratamento químico, cloro ou outros agentes desinfetantes penetram na célula dos microorganismos e reagem com suas enzimas, destruindo-as. As enzimas são um complexo de proteínas funcionando como catalisadores orgânicos em reações químicas dos microorganismos. Como são essenciais aos processos metabólicos das células vivas, estas, sem a ação das enzimas, morrem. As principais formas de desinfecção da água são: por cloração, com raios ultravioletas ou com ozônio. A mais simples e de menor custo de instalação é a desinfecção por cloração. Outro tipo de desinfecção, mais moderno e já empregado em plantas de maior porte, é por irradiação de raios ultravioleta. Com o barateamento dos equipamentos para tal tipo de tratamento, vai-se tornando mais provável sua aplicação a sistemas condominiais.
- c) Sistema de bombeamento (ou estação de recalque): visa recalcar a fase líquida (pela parte de baixo da caixa) das águas servidas da caixa de gordura (passagem) para o reservatório superior de água de reúso (cobertura). O sistema é composto por uma bomba centrífuga, um motor, acoplamentos e as válvulas – que têm por finalidade manobrar o sistema.

- d) Registro de bóia e válvula de retenção: servem, respectivamente, para sensoriar o nível de água num tanque, daí comandando o acionamento da bomba automaticamente quando necessário, e para impedir que o líquido transite na direção contrária à desejada na tubulação.

Nota: Estando desativado o sistema de reúso (por eventual problema de funcionamento ou manutenção ou, até mesmo, por ausência de grande número de moradores no condomínio produzindo esgoto – caso de feriados prolongados ou férias), o nível de água do reservatório de água de reúso (água tratada) poderia ficar abaixo do necessário para suprir a demanda. Para evitar o transtorno ocasionado pela falta de água, existe uma interligação entre os reservatórios de água potável e o de água de reúso (água tratada), que serve para suprir a demanda em casos especiais. Em tais casos, o registro de bóia detecta a falta de água no reservatório de reúso, liberando a passagem e ligando a bomba (se necessário recalque) para admitir água proveniente do reservatório de água potável. A válvula de retenção é utilizada como precaução, no caso de falta de energia. Embora o reservatório de água potável fique num nível superior ao reservatório de água de reúso (água tratada) e existam os “ladrões” nos tanques, a válvula serve para evitar que num caso especial ocorra o refluxo da água recirculada (reservatório da água de reúso) para o reservatório de água potável – o que contaminaria a água potável do edifício.

- e) Tubulações independentes: tubulações utilizadas para esgotar lavatórios, chuveiros ou máquina de lavar roupas, que não se juntarão à de esgoto comum, encaminhando-se porém à sua caixa de gordura própria. Além disso, após essa caixa de gordura, é necessária uma tubulação por onde será recalcada a água, desde ela até o reservatório superior de água de reúso.
- f) Filtro para remoção de partículas (pêlos, terra, poeira, etc.): são filtros de dois tipos. Um é a peneira móvel; o outro é o filtro de bronze sinterizado. A grande vantagem do filtro de bronze sinterizado é o baixo custo, aliado ao simples funcionamento e concepção e o tamanho pequeno.
- g) Decantação: processo que conta com a gravidade e a maior densidade da maioria dos sólidos poluentes para promover separação, em misturas heterogêneas, de sólidos e líquidos.

4.3 – Pré-requisitos importantes na implantação do sistema de reúso de água

Para implantar um sistema de reúso de água, deve-se definir:

- a) O consumo médio de água por pessoa por dia de acordo com o tipo de edifício (residencial ou comercial);
- b) As porcentagens médias de consumo de água para cada atividade;
- c) A tarifa de água;
- d) Os tipos de tratamento possíveis.

Após tais definições, deve-se levantar custos e avaliar benefícios para verificar a viabilidade econômica do sistema de reúso proposto. Em Simões (2009) podem-se encontrar maiores detalhes

sobre tal metodologia e tabelas práticas para nortear o estudo de viabilidade econômica – incluindo os aspectos relativos à manutenção durante sua vida útil e os respectivos custos.

5 – ESTUDO DE CASO: EDIFÍCIO RESIDENCIAL ECOLIFE SANTANA

5.1 – Apresentação do caso e dados levantados

O edifício residencial Ecolife Santana é um empreendimento condominial na cidade de São Paulo, da construtora e incorporadora Ecoesfera – Empreendimentos Sustentáveis, que contribuiu com informações para esta pesquisa acadêmica da primeira autora. O projeto de reúso de água nesse condomínio, desenvolvido pela empresa de consultoria e projetos Acqua Brasilis (2008), adota, primeiramente, reúso das águas cinzas provenientes dos lavatórios e dos chuveiros – que, após passarem pela estação de tratamento, servem para uso exclusivo nas descargas dos vasos sanitários e irrigação de jardins. Todo o sistema atende as exigências do Green Building Council para a obtenção da certificação ambiental Leed (Leadership in Energy and Environmental Design).

Em segundo lugar, faz-se captação de águas pluviais para caixas de coleta (vide planta - Figura 4), onde ficam temporariamente reservadas. A água captada passa por um sistema de tratamento por filtração antes de ser novamente armazenada e, posteriormente, é usada para irrigação de áreas verdes. O reservatório inferior onde é então armazenada tem capacidade de 22m³.

O sistema de tratamento fica no 2º subsolo, ocupando 193m² (apenas 5,7% da área do empreendimento). É automatizado em praticamente 99% de suas atividades, sendo manual apenas a troca dos filtros e a reposição do cloro.

A água dos lavatórios e chuveiros é coletada em tubulações independentes das de esgoto sanitário e encaminhada a uma central única de tratamento. Esta se destina a reduzir, no efluente cinza, as cargas orgânica e de sólidos suspensos. Tal efluente, depois de tratamento biológico (como detalhado no parágrafo seguinte), é armazenado em conjunto com as águas pluviais, em reservatório intermediário. A partir deste, a água é encaminhada para filtração e desinfecção; daí, utilizada para irrigação das áreas verdes ou encaminhada ao reservatório superior de água de reúso – para posterior distribuição, por gravidade, aos pontos de consumo: as descargas das bacias sanitárias.

O tratamento do efluente cinza consiste inicialmente em ele entrar, com todos os seus resíduos, num tanque decantador primário. Lá se acumula lodo fino que é descartado, automaticamente, na rede coletora pública. Daí, o efluente líquido vai a tratamento biológico: inicialmente, por rotores aeradores AcquaCiclus® (vide Acqua Brasilis, 2008) e, em seguida, por sedimentação de lodo biológico em outros dois tanques.

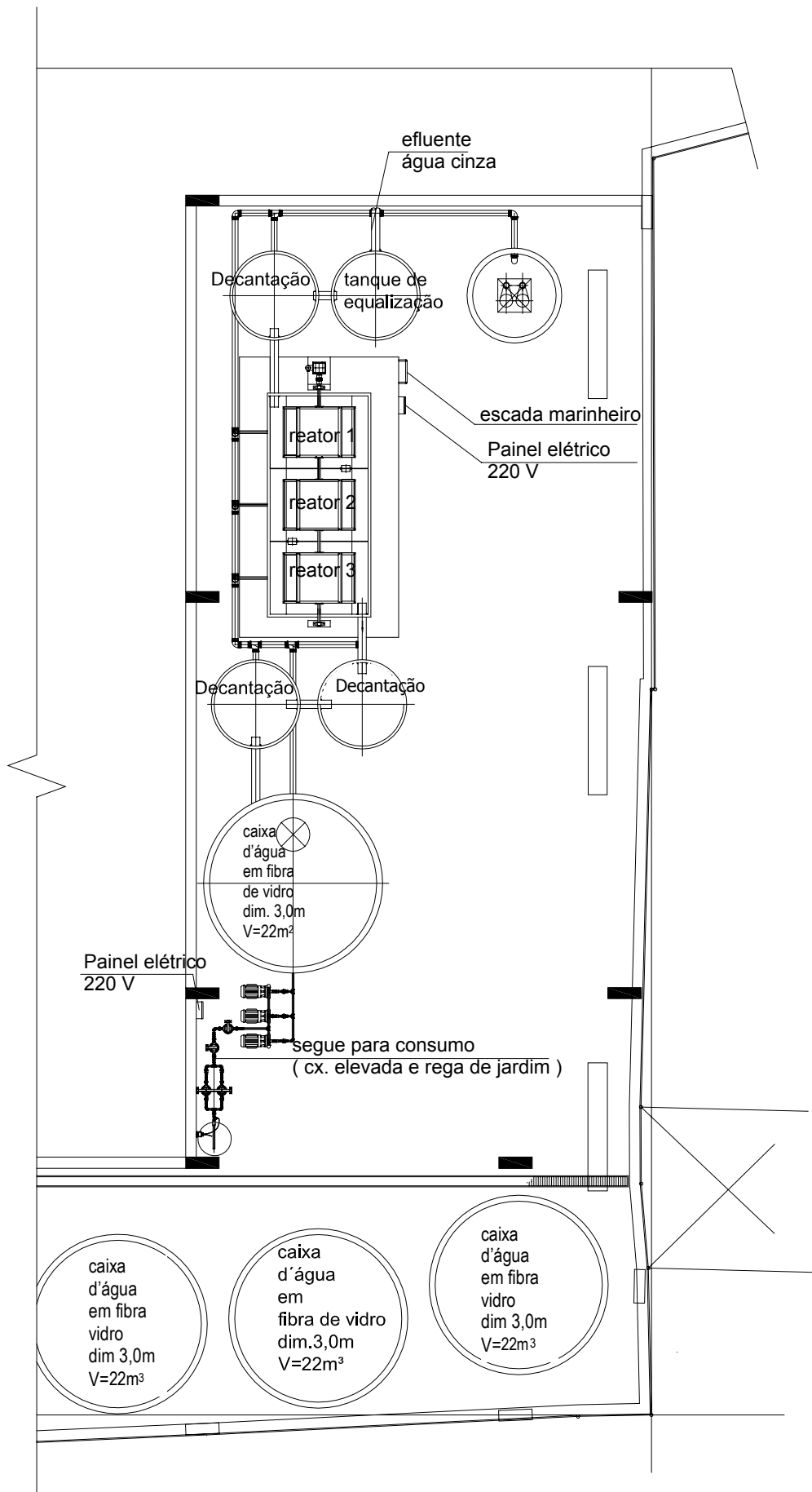


Figura 4- Planta do sistema de tratamento e bombeamento de água para reúso – Condomínio Ecolife Santana (adaptado de ACQUA BRASILIS, 2008)

É após a sedimentação que a fase líquida, tratada biologicamente, juntamente com a água pluvial coletada e armazenada, passa por um sistema de filtração automática e desinfecção por cloração, sendo encaminhada a um reservatório inferior para água de reúso – ver Figura 5. Ao haver demanda, essa água é bombeada do reservatório inferior para armazenamento no superior, donde é distribuída para os pontos de consumo. Pode-se controlar todo o sistema a partir dum painel de controle central.

O processo AcquaCiclus (citado acima) é uma solução compacta de tratamento de efluentes pela tecnologia de leitos fixos rotativos, otimizada pela Acqua Brasilis (2008). É um sistema com rotores que giram em torno de eixo horizontal, com uma parte sempre submersa no efluente do decantador primário que o alimenta. Seu funcionamento permite a digestão natural do esgoto por microorganismos aeróbios, sem necessidade de introduzir substância ou produto estranho ao processo. A utilização de rotores semi-submersos com enchimento de grande superfície específica permite a formação do chamado biofilme – aumentando-se a rapidez e a eficácia do processo.

O dimensionamento do sistema leva em conta o volume e a composição do afluente cinza, bem como a qualidade exigida pelo órgão de saneamento ambiental (SABESP) para o efluente tratado.

Pela sua simplicidade de concepção, o sistema AcquaCiclus, uma vez instalado, funciona sozinho, de modo automático, com poucos e fáceis cuidados de manutenção. O consumo energético do conjunto não chega a 1 kWh/mês/habitante.

Neste edifício residencial, estima-se que cerca de 40% da água coletada recircule, pois se utilizará como águas de retorno aquelas oriundas da higiene pessoal (12,3%), da lavagem de roupas (18,4%) e do banho (24,5%). Além disto, o empreendimento também terá sistema de captação de águas pluviais.

As tabelas de 2 a 5 listam as características de interesse do edifício Ecolife Santana:

Tabela 2 – Características do edifício

Área do terreno: 3.377,40 m ²
1 torre: 15 andares + duplex
6 apartamentos por andar
Área privativa aptos: 83m ² a 103 m ²
Área privativa cobertura duplex: 143,85 m ² a 206 m ²
Apto: 3 ou 4 dormitórios com 1 ou 2 banhos
91 apartamentos
Número médio de habitantes por apto para efeito de cálculo: 5 pessoas por apartamento
Total número habitantes: 455 pessoas
Consumo médio de água por dia: 200 l/pessoa/dia

Fonte: Acqua Brasilis (2008)

Tabela 3 – Dimensões dos reservatórios

Item	Capacidade (m ³)
Reservatório Inferior – água de reúso (água tratada)	22
Reservatório Superior – água de reúso (água tratada)	22

Fonte: Acqua Brasilis (2008)

Tabela 4 – Área de ocupação do sistema de reúso em porcentagem da área total do terreno

Item	Área (m ²)	Área (%)
Área de ocupação para implantação do sistema de reúso de água	193	5,7

Fonte: Acqua Brasilis (2008)

Tabela 5 – Custo para implantação do sistema de reúso de água

Item	Custo (R\$)
Custo total do sistema de tratamento de águas pluviais e cinzas	100.000,00

Nota: Do custo de implantação, 30% correspondem à mão-de-obra e 70% aos materiais

Fonte: Acqua Brasilis (2008)

5.2 – Análise crítica dos resultados

Diante dos dados apresentados, é possível estabelecer alguns resultados comparativos que mostram as vantagens do reúso de água no edifício Ecolife Santana.

O empreendimento Ecolife Santana apresentou em seu sistema de tratamento de água características e conclusões relevantes, tais como:

- a) Ao se destinar à irrigação dos jardins e ao uso nas descargas das bacias sanitárias, o reúso da água resultou como benefício uma economia de água potável da ordem de 50% do consumo médio mensal do edifício. Isto é consistente com as estatísticas sobre consumo per capita em edifício residencial com economia de água potável, que é de 150L/dia, e sem economia de água potável, que é de 300L/dia (como mostra SIMÕES, 2009, anteriormente). O consumo médio de água residencial para descargas de bacias sanitárias é de 30,7% da água utilizada em uma residência (também mostrado em SIMÕES, 2009). Desta forma, o benefício-custo final é de 15,35%.
- b) Água reutilizada pode atender o consumo nas descargas das bacias sanitárias de todos os pavimentos e irrigação do jardim do edifício residencial. Para tanto, além da necessidade de armazenamento da água tratada, o sistema instalado também precisa prover capacidade de tratamento e bombeamento. Neste estudo de caso, o sistema de reúso completo ocupa, num só andar (o 2º subsolo) uma área equivalente a 5,7% da área total do terreno – taxa relativamente baixa diante da necessidade de armazenamento para abastecimento de todos os pavimentos.
- c) A automatização provida no sistema favorece a economia com mão-de-obra, reduzindo o custo de operação e manutenção do empreendimento.

d) Considerando que o custo total do empreendimento é estimado em R\$20.000.000,00, a implantação do sistema de coleta e tratamento de água apresenta baixo custo: somente R\$100.000,00 – equivalente a apenas 0,5% do total do custo da obra.

e) A utilização da água de reúso oriunda da captação de águas cinzas junto com águas pluviais permite uma complementaridade hídrica útil – pois tanto a produção de efluentes cinzas está sujeita a sazonalidades (períodos de férias dos moradores e fins-de-semana, por exemplo), tanto quanto está a ocorrência de chuvas (sazonalidade pluvial natural).

6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diante das pesquisas de dados e estudos específicos sobre reúso de água na construção civil e seu benefício custo, é possível concluir, satisfatoriamente, sobre a viabilidade da implantação do sistema de uso de águas pluviais e reúso de águas cinzas em edifícios residenciais e comerciais.

A implantação do tratamento e a utilização do efluente das águas residuárias cinzas, após coleta e tratamentos específicos em função dos usos, podem ser consideradas, na obras da construção civil, meios alternativos e economicamente viáveis de fornecimento de água – contribuindo também para a sustentabilidade, diante da grande escassez de água potável no mundo.

Os requisitos mínimos para sua implantação e utilização, considerados os tipos de aplicação, são objeto de normas técnicas, legislação, decretos, resoluções e portarias expedidos nas várias esferas de governo e órgãos específicos, demonstrando sua importância e o cuidado com o tema.

No estudo de caso apresentado, concluiu-se que a implantação de um sistema de reúso de água pluvial e de águas cinzas apresenta, seja no uso residencial ou no comercial, grande potencial de aproveitamento e viabilidade, com alto benefício-custo.

Ademais, o sistema não exige despesas consideráveis com manutenção – já que praticamente todo o processo é automatizado – bem como possui um valor acessível e irrisório se comparado ao custo total do empreendimento.

Além do baixo custo de implantação e manutenção, existe também a questão da economia de água potável, com conseqüente diminuição de despesas futuras para os proprietários.

Outra conclusão importante que resulta da revisão bibliográfica aqui efetuada, é a importância do aspecto arquitetônico para viabilizar uma planta de reúso da água num edifício ou condomínio. Evidentemente, tal situação fica mais fácil de viabilizar nos empreendimentos novos, enquanto no caso dos pré-existentes, devido às restrições de lay out e às dificuldades de inserir a rede de abastecimento separada para água de reúso (sem mencionar os casos em que se mostrar condicionante também uma rede coletora de esgoto separada para as águas cinzas, para que se viabilize o sistema de reúso), é mais difícil defender a vantagem técnico-econômica da implantação do reúso de água. Portanto, a disseminação de edifícios e condomínios com tais sistemas é algo que

só poderá ser observado, na prática, à medida que novas edificações forem substituindo as antigas e que cresça o número de reformas estruturais completas efetuadas em edifícios antigos.

Porém, no caso de edificações condominiais novas com projeto moderno, a construção sustentável, através do reúso de água, é uma solução que apresenta várias vantagens e benefício-custo positivo, conforme exemplificado e analisado neste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Os autores se sentem em débito e profundamente agradecidos em virtude do gentil fornecimento de dados por parte das empresas Ecoesfera-Empreendimentos Sustentáveis e Acqua Brasilis, bem como pelo apoio geral dado à pesquisa pela Diretoria da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, a Coordenadoria do seu Programa de pós-graduação em Engenharia Civil e a Prof^a Ana Lúcia Bragança Pinheiro – desde a apresentação entre orientada e orientador até o carinhoso acompanhamento do processo da pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

ACQUA BRASILIS. Sistemas de tratamento de água. Disponível em: <<http://www.acquabrasilis.com.br>>. Acesso em: 30 nov. 2008.

ARTECONSTRU: Consultoria ambiental. Esquema do circuito de tratamento de água de reúso. São Paulo. Disponível em: <http://www.arteconstru.com.br/images/i_reuso.gif>. Acesso em: 30 nov. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Sistema de aproveitamento de águas pluviais para usos não potáveis. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/133/artigo77982-4.asp>>. Acesso em: 09 set. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.969: reúso local. Rio de Janeiro, 1997.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Sistema de reaproveitamento de água para edificações: 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <<http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsaidis/brasil20/v-053.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2007

DECA (2009) Uso racional da água – Introdução: Estudos. Disponível em http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.deca.com.br/port/uso_agua/imagens/g02.gif&imgrefurl=http://www.deca.com.br/port/uso_agua/introducao.asp&usq=__K60I2ZwAISpybjKTqvq4ohNDOdU=&h=186&w=154&sz=9&hl=pt-BR&start=63&um=1&tbnid=LM7feTV2XKubaM:&tbnh=102&tbnw=84&prev=/images%3Fq%3DDistribui%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Bdo%2Buso%2Bde%2B%25C3%25A1gua%2Bdoce%2Bem%2Buma%2Bresid%25C3%25AAncia%26ndsp%3D18%26hl%3Dpt-BR%26rls%3Dcom.microsoft.*:IE-

SearchBox%26rlz%3D1I7SKPB%26sa%3DN%26start%3D54%26um%3D1. Acesso em: 06 jan. 2009.

COSTA, R. H. P. G.; TELLES, D.D. “Reúso da Água – Conceitos Teorias e Práticas H2O”. Ed. Blucher, 2002, São Paulo – SP, p.211-212.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: 11 jun. 2009.

PROGRAMA DE PESQUISAS EM SANEAMENTO BÁSICO. Sistema de aproveitamento de águas pluviais para usos não potáveis. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/133/artigo77982-4.asp>>. Acesso em: 09 set. 2007.

SIMÕES, D. M. (2009) Construção sustentável: reúso de água e seu benefício custo. Tese submetida para o curso de Edificações: Excelência Construtiva e Anomalias. Escola de Engenharia, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 80p.

TÉCHNE. Sistema de aproveitamento de águas pluviais para usos não potáveis. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/133/artigo77956-1.asp>>. Acesso em 30 nov. 2008.

WORLD RESOURCES INSTITUTE, Organização das Nações Unidas. 1999. Disponível em: <<http://meioambienteagua.pbwiki.com/Porcentagem>>. Acesso em: 09 set. 2007.