



Primeiro-Tenente (RM2-EN) Mônica Oliveira Motta
1ª Ajudante da 4ª Divisão de Obras da DOCM.

Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense (UFF), cursando MBA em Planejamento e Gestão Ambiental pela Universidade Veiga de Almeida (UVA) e Pós-Graduação em Gerenciamento de Projetos pelo Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos (IBEC).



Primeiro-Tenente (EN) Gizele Teixeira Araujo
3ª Ajudante da 4ª Divisão de Obras da DOCM.

Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS NO CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES PARA FINS NÃO POTÁVEIS:

SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E REÚSO DE ÁGUAS CINZAS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural fundamental para nossa existência e sobrevivência. No entanto, o volume de água potável disponível para o consumo tem se tornado cada vez mais escasso, não acompanhando o crescimento populacional e o incremento da demanda.

Maior consumo, desperdício, poluição dos mananciais e distribuição não homogênea de fontes de água salubre no planeta são sinais de alerta para a sociedade. Outro fator que merece ter atenção é o uso de água potável em atividades que não necessitam de um elevado grau de salubridade e que retornam na forma de esgoto ao meio ambiente, como por exemplo, o uso de água para descargas em bacias sanitárias, irrigação de jardins e limpeza de pisos, as quais acarretam uma grande pressão hídrica sobre os mananciais de abastecimento público.

Atualmente, os debates a respeito da sustentabilidade se enraízam entre diversos temas referentes ao presente e ao futuro da sociedade. A palavra “desenvolvimento” não se refere apenas ao incremento econômico. “Desenvolvimento” abrange diversas perspectivas, sendo as principais o bem-estar social e a qualidade ambiental aliados à prosperidade da economia mundial.

Reconhecidamente, a construção civil é peça importante para os objetivos do desenvolvimento sustentável através de estudos, criação e aperfeiçoamento de novas técnicas e ações para o uso racional dos recursos naturais, contribuindo desta forma para o incremento social, político, ambiental das cidades e da sociedade. Dentre o desenvolvimento de novas técnicas a serem adotadas nas construções civis e edificações, um dos estudos que ganha mais destaque abrange o uso racional de um recurso natural escasso, limitado, porém muito importante: a água.

Seguindo a linha de pensamento da construção sustentável, são necessárias medidas que visem o consumo consciente da água em edificações. A adoção de programas de uso racional de água contemplando o aproveitamento de águas pluviais e o sistema de reúso de águas cinzas, são fontes alternativas de água, tendo como vantagem não estar sob a concessão de órgãos públicos ou não sofrer cobrança pelo seu uso.

A Marinha do Brasil, como órgão público e defensor deste importante recurso natural, busca alinhar seu crescimento aos conceitos de sustentabilidade, aplicando às suas edificações novas técnicas que visem a economia do uso de água.

Este artigo tem como objetivo apresentar dois métodos empregados na construção civil visando o uso sustentável da água: o aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas, apresentando como exemplo uma obra entregue recentemente ao Centro de Instrução Almirante Alexandrino (CIAA) por esta Diretoria.

2. SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

2.1 NORMA TÉCNICA E LEGISLAÇÃO

A norma técnica que regulamenta este item do artigo é a NBR 15527/ 2007 (*Água de Chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos*).

É importante destacar que a água não potável é definida na Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, que estabelece definições, procedimentos e responsabilidades relativas à potabilidade e à qualidade de água para consumo.

2.2 APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

As águas de chuva utilizadas neste sistema, aproveitadas para fins não potáveis, são resultantes de precipitações atmosféricas coletadas em coberturas, tais como telhados onde não haja circulação de pessoas, veículos e animais. As águas de chuva podem ser utilizadas desde que haja controle de sua qualidade e verificação da necessidade de tratamento específico, de forma que não comprometa a



saúde de seus usuários, nem a vida útil dos sistemas envolvidos.

As águas de chuva podem ser utilizadas após tratamento adequado para fins não potáveis, em descargas para bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais.

Com base na ilustração da Figura 1, o reservatório de armazenamento destina-se à retenção das águas pluviais coletadas. Os volumes são calculados em base anual, considerando-se o regime de precipitação local e as características de demanda específica de cada edificação. Os sistemas complementares são compostos por condutores horizontais (calhas) e verticais que transportam as águas pluviais coletadas até os reservatórios de armazenamento e, por fim aos reservatórios de descarte. Podem também ser utilizados grades ou filtros retentores de folhas, galhos ou quaisquer materiais grosseiros, colocados juntos às calhas ou nas tubulações verticais. Estão também incluídos nos sistemas complementares, os sistemas de distribuição de águas pluviais tratadas. Esses sistemas incluem as unidades de recalque, as respectivas linhas de distribuição de água tratada e eventuais reservatórios de distribuição complementares, que são independentes do sistema de água potável.

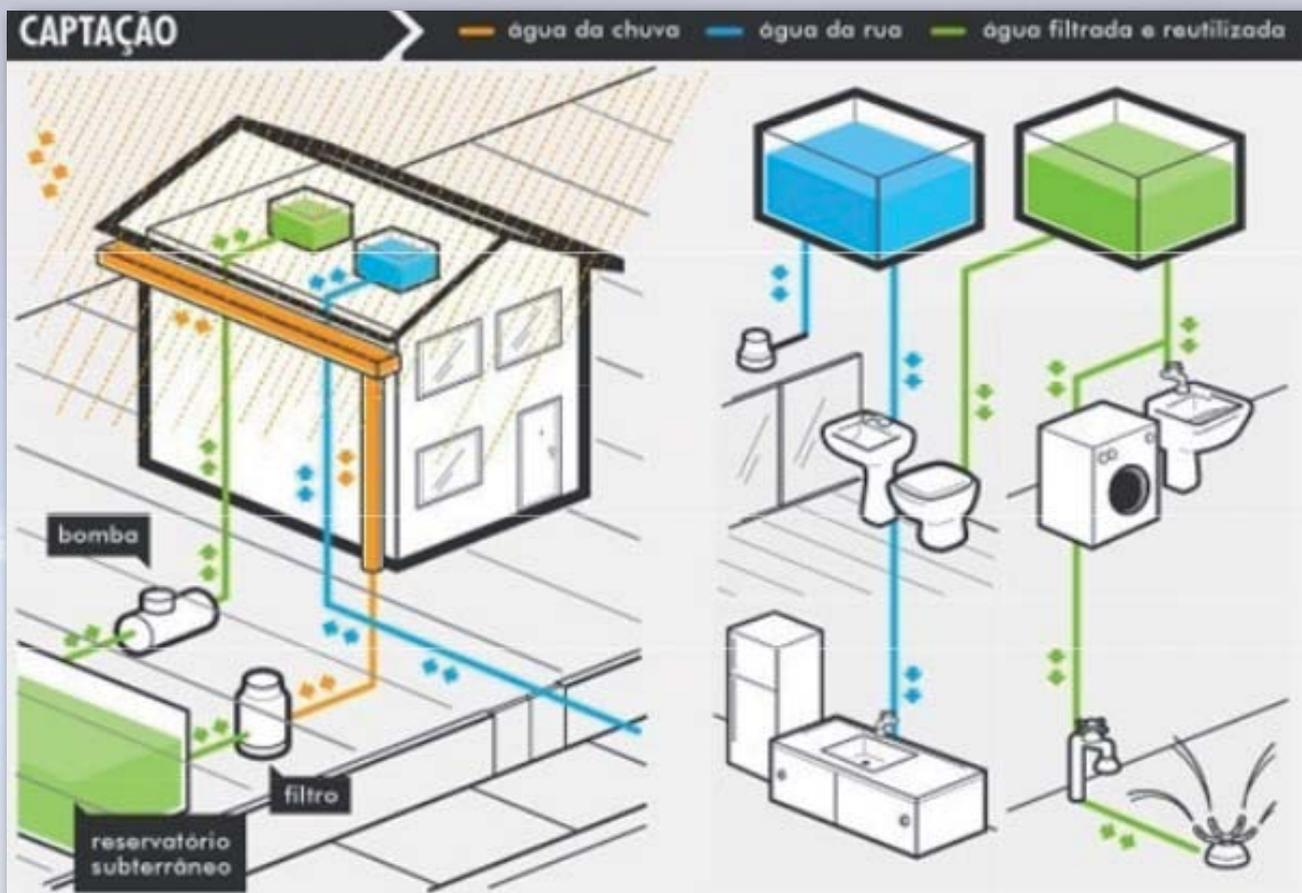


Figura 1 – Sistema de aproveitamento de águas pluviais.

Tecnicamente, o sistema de coleta de águas pluviais para fins não potáveis não é de difícil execução. Conforme mostrado na Figura anterior e na Figura 2, este sistema envolve captação, filtração, armazenamento e distribuição. Caso a utilização das águas pluviais seja para fins potáveis, é necessário o tratamento de desinfecção, para o qual podem ser utilizados derivados clorados, raios ultravioleta, ozônio e outros.



Figura 2 – Fluxograma do sistema de aproveitamento de águas pluviais.

A qualidade da água varia conforme a utilidade que se dá à mesma. Quanto mais nobre é este uso, maior a exigência quanto à qualidade. É possível separar em quatro grupos o uso da água e a necessidade de tratamento requerida para a mesma, conforme demonstrado na Figura 3.

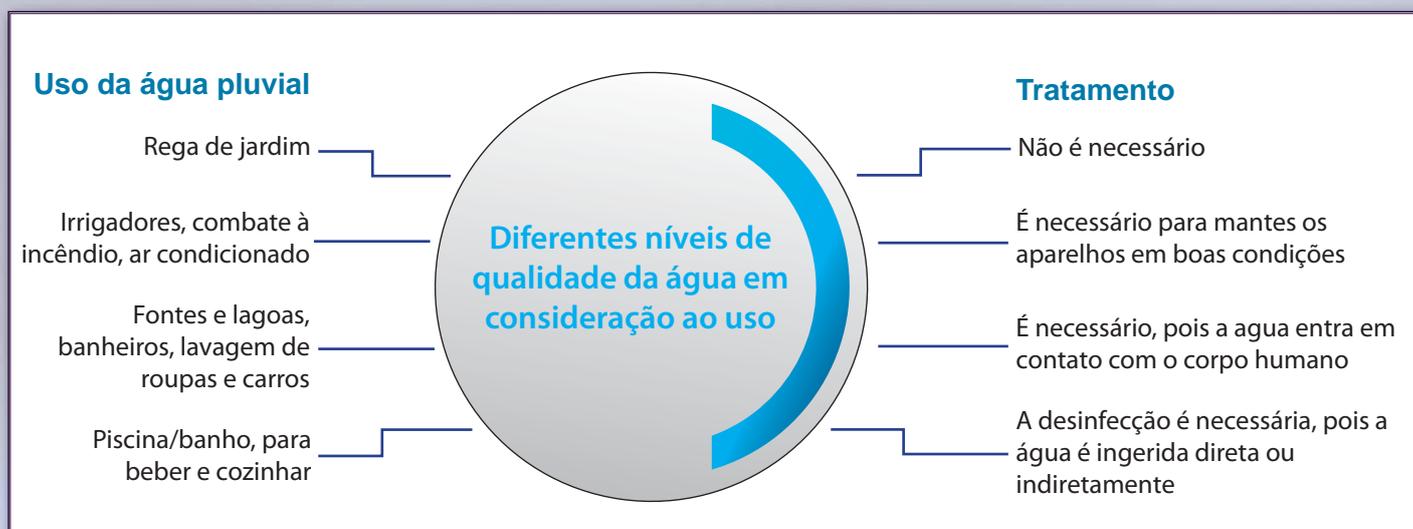


Figura 3 – Níveis de qualidade da água em consideração ao uso.



Vale salientar que, no caso de água de chuva para consumo humano, esta pode ser utilizada para todas as finalidades em residência, comércio ou indústria desde que passe por um processo de tratamento, transformando-a em água de qualidade potável conforme exigida pela Ministério da Saúde (PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011), atendendo ao padrão de potabilidade.

"5º Para os fins desta Portaria, são adotadas as seguintes definições:

I - água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;

II - água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde; "

Os sistemas de coleta e aproveitamento de águas pluviais requerem alguns cuidados gerais, tais como:

- evitar a entrada de luz do sol no reservatório para diminuir a proliferação de algas e microrganismos;
- manter a tampa de inspeção fechada;
- colocar grade ou tela na extremidade de saída do tubo extravasador, para evitar a entrada de pequenos animais; e
- realizar a limpeza anual do reservatório, removendo os depósitos de sedimentos.

3. SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

3.1 NORMA TÉCNICA

Não existem até o momento normas da ABNT regulando os sistemas de reúso da água, mas devem ser seguidos os padrões de qualidade de acordo com as necessidades e condições locais onde é implantado o sistema de tratamento, conforme a NBR 13969/ 1997 (*Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação*).

3.2 REÚSO DE ÁGUAS CINZAS

Água cinza é qualquer água residual, ou seja, não-industrial, proveniente dos lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa, excluindo-se águas de vasos sanitários e de resíduos orgânicos moídos. Quando adequadamente tratada, a água cinza pode ser reutilizada tornando-se uma fonte alternativa de fornecimento de água.

O reúso de efluentes deve seguir padrões de qualidade conforme citado no item 3.1. Nesta norma, os efluentes reutilizados para lavagens de pisos, calçadas, irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins não paisagísticos, exceto charizes, são classificados como classe 2. Os efluentes reutilizados para descargas dos vasos sanitários, por sua vez, são classificados como classe 3. Os padrões de qualidade exigidos estão descritos na Tabela 1:

Tabela 1 - Padrão de qualidade da água.

Padrão da qualidade da água segundo NBR 13969/1997				
Parâmetro	Unidade	NBR 13969/1997		
		Classe 2	Classe 3	
Turbidez	UNT	≤ 5,0	≤ 10	
Cloriformes fecais	NMP/100M1	≤ 500	≤ 500	
Cloro residual	mg/L	≥ 0,5	-	

A Figura 4 mostra um esquema concebido de forma a coletar as águas residuárias e duas linhas independentes e exclusivas de abastecimento de água: uma de reúso e outra de água potável. As águas cinzas são coletadas por tubulações e conduzidas ao tratamento. Após o tratamento é necessário um reservatório inferior e outro superior para arma-

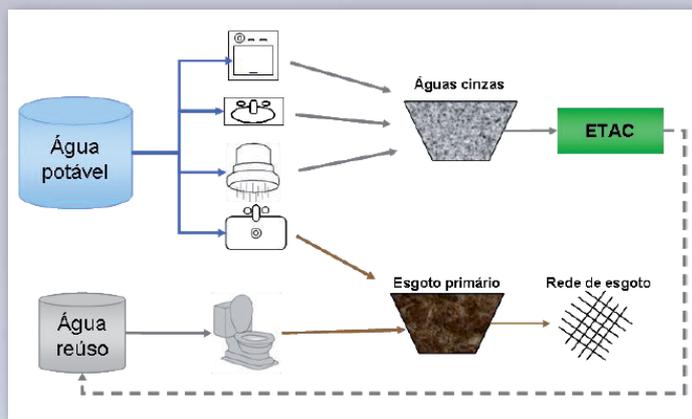


Figura 4 – Esquema de concepção do projeto em edifícios com reúso de águas cinzas.

zenagem e distribuição da água de reúso. Os reservatórios de água de reúso e água potável devem ser independentes e, se houver parede entre eles, a mesma deverá ser dupla.

A Estação de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC) é fruto dos mais recentes avanços tecnológicos da engenharia sanitária brasileira. Compacta, pode ser inserida em pequenas áreas que não prejudicam a funcionalidade da edificação. O tratamento remove biologicamente a matéria orgânica e inativa quimicamente (cloro) os microrganismos patogênicos. A estação possui um sistema de controle semiautomático, que permite o seu funcionamento parcialmente autônomo. Os edifícios com esta concepção podem reduzir de 30 a 50% o consumo de água potável e poluir menos o meio ambiente.

O sistema de reúso de águas cinzas, conforme representado na Figura 5, é formado pelos seguintes componentes:



Figura 5 - Sistema de Reúso de Águas Cinzas.

1) Coletores: sistema de condutores horizontais e condutores verticais que transportam o efluente proveniente do chuveiro/ banheira, do lavatório, do tanque e da máquina de lavar roupas ao sistema de aproveitamento, onde posteriormente é devidamente tratado;

2) Armazenamento: sistema composto por reservatórios de acumulação com objetivo de armazenar as águas cinzas provenientes dos pontos de coleta;

3) Tratamento: o sistema de tratamento de águas cinzas depende da qualidade da água coletada e do seu uso final. A escolha do processo de tratamento de águas cinzas a ser utilizado é de fundamental importância para o sucesso do empreendimento e, por isso, a decisão deve ser criteriosa e fundamentada nas características do efluente a ser tratado.

4) Atividade Fim: uso da água tratada para fins não potáveis, tais como lavagens de pisos e calçadas, irrigação de jardins e descargas de vasos sanitários.

O dimensionamento do sistema de coleta e transporte de águas cinzas deverá ser efetuado em conjunto com o projeto hidráulico do edifício em consideração. Os mesmos cuidados preconizados para os reservatórios de águas pluviais deverão ser adotados para os reservatórios de águas cinzas tra-

tadas. Os sistemas de tratamento são, evidentemente, mais complexos do que os considerados para as águas pluviais, face à maior concentração de poluentes característicos das águas cinzas.

Recomenda-se que o sistema hidráulico destinado ao tratamento e distribuição de água de reúso proveniente de águas cinzas seja absolutamente separado do sistema hidráulico de água potável da concessionária, sendo proibida a conexão cruzada entre esses dois sistemas.



4. EXEMPLO DE INSTALAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS E ÁGUAS CINZAS NA CONSTRUÇÃO DOS ALOJAMENTOS FEMININO E MASCULINO INAUGURADOS EM 2013/2014 NO CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE ALEXANDRINO (CIAA):

Os prédios de alojamentos feminino e masculino do CIAA, localizados na Av. Brasil, Penha, Rio de Janeiro, possuem dois pavimentos com uma área total construída de 1.683 m². Cada prédio possui um reservatório inferior de reúso e dois reservatórios superiores, sendo um de água potável e outro de água de reúso.

As Figuras 6 a 12 ilustram as instalações do sistema de aproveitamento de água de chuva e reúso de águas cinzas no alojamento feminino.

O Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais e de Tratamento de Águas Cinzas para uso em fins não potáveis nos alojamentos é composto de tratamento biológico e passa pelas seguintes etapas:

- Gradeamento (pré-tradeamento): decantação primária para retenção de sólidos grosseiros;
- Tratamento anaeróbio (Filtro Biológico Anaeróbio - FAn): tratamento biológico por sistema de rotores e remoção dos compostos orgânicos remanescentes;
- Tratamento aeróbio (Filtro Biológico Aerado Submerso - FBAS): reator biológico à base de culturas de microrganismos;
- Decantação secundária (Decantador Secundário - DEC): promove a segregação de lodo e líquido (efluente tratado);
- Tanque de acúmulo (Tanque de contato): para adequada mistura, homogeneização e equalização do efluente;
- Filtro terciário (Filtro de areia): unidade de clarificação do efluente, com a finalidade de reter partículas de sólidos que tenham passado pelos processos anteriores;
- Unidade de desinfecção (Clorador/Pastilhas): sistema de desinfecção do efluente e pastilhas à base de hipoclorito de cálcio; e
- Reservatório de água para reúso (Reservatório de Reúso): armazena o efluente tratado destinado para reúso, a ser recalcado para o reservatório superior de reúso do alojamento.



Figura 6 - Vista do prédio do alojamento feminino.



Figura 7 - Vista do prédio do alojamento feminino contemplando a Estação de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC) e os reservatórios superiores, sendo um de água potável e outro de água de reúso.

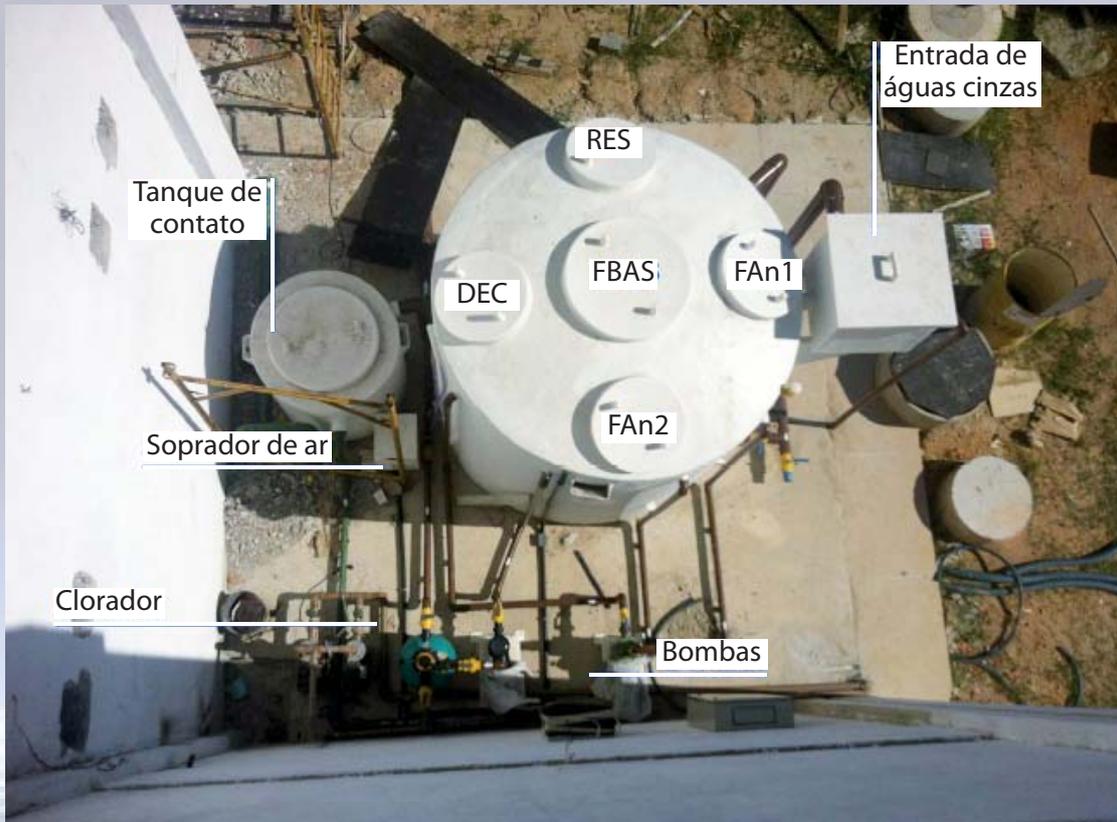


Figura 8 - ETAC.



Figura 9 - ETAC.



Figura 10 - ETAC.



Figura 11 - ETAC.



Figura 12 - Reservatório inferior de reúso.

O abastecimento de água fria é constituído de dois sistemas independentes e de forma ascendente: um destinado à copa, bebedouros, lavatórios, chuveiros, duchas manuais, filtros com água potável da Concessionária e o outro destinado a bacias sanitárias, mictórios e rega com a água de captação de águas pluviais e águas cinzas tratadas.

O sistema de coleta e destino das águas pluviais é totalmente independente do sistema de esgotos sanitários, não havendo qualquer possibilidade de conexão entre eles, o que acarretaria risco de contaminação para os usuários. Toda a captação de águas pluviais foi feita através de calhas e grelhas hemisféricas na laje de cobertura e conduzidas aos tubos de queda. As águas provenientes da cobertura são coletadas e encaminhadas ao reservatório inferior para reutilização e o excedente, extravasado para a Rede existente.

Os efluentes do esgoto provenientes de ralos, lavatórios e chuveiros, são captados e levados à Estação de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC), conforme Figura 13, onde recebem tratamento adequado e em seguida são reutilizados nas bacias sanitárias, mictórios e torneiras de jardim. O esgoto pri-

mário e o da pia da copa são encaminhados à rede de esgoto existente do Complexo Naval.

A ETAC instalada no prédio realiza o tratamento a nível terciário através da associação em série dos processos biológicos Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC) contemplando Filtros Anaeróbios FAn 1 e FAn 2, Filtro Biológico Aerado Submerso (FBAS) e Decantador Secundário (DEC).

Após o tratamento, a água é encaminhada, sob pressão, para filtro de areia e, posteriormente, para a unidade de desinfecção. O efluente tratado é encaminhado para o reservatório inferior, que recebe também a contribuição de águas pluviais, e em seguida para o reservatório superior de água tratada através de duas bombas de recalque. Esta etapa é constituída de filtro de areia automático, com diferentes granulometrias de areia e carvão ativado, e dosagem de cloro em solução na linha de recalque.

Todo o funcionamento do sistema é controlado a partir de um painel de controle, o qual permitirá programar o sistema de modo automático, sem que haja necessidade de operador contínuo.

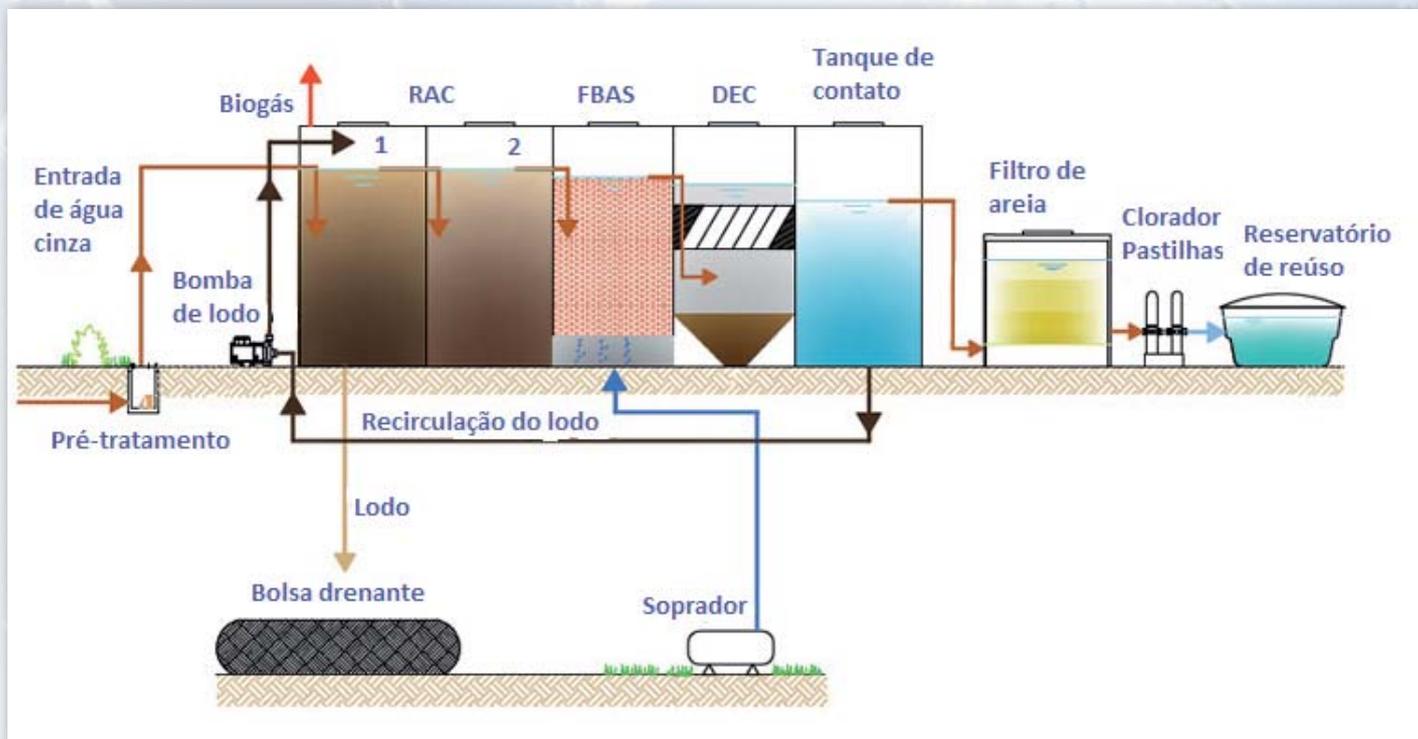


Figura 13 - Etapas do Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais e de Reúso de Águas Cinzas utilizado nos alojamentos feminino e masculino do CIAA.

“A fim de que não falte água tratada para consumo potável, há uma válvula solenóide ligada ao reservatório superior de água tratada, a qual, não havendo água de chuva e água cinza, permitirá a entrada de água da concessionária no reservatório.”

5. QUANTO À EFICIÊNCIA DOS SISTEMAS DE REÚSO

Quanto à eficiência dos sistemas de reúso, deve-se desenvolver um estudo abordando alternativas de sistemas de aproveitamento e reúso de água para determinar a quantidade de água gerada (oferta) pelas fontes escolhidas e a quantidade de água destinada à atividade fim (demanda). Tomado-se

por base estes valores, devem ser dimensionados os equipamentos, os volumes de reservas necessários, e os possíveis volumes complementares de água, assim como devem ser escolhidas as tecnologias de tratamentos a serem empregadas. Com base nas alternativas de sistemas gerados, determinam-se quais as de maior eficiência, tanto no aspecto técnico quanto econômico.

6. POSSÍVEIS TRATAMENTOS A SEREM IMPLANTADOS EM FONTE DE ÁGUAS PLUVIAIS E ÁGUAS CINZAS

A Tabela 2 apresenta, de forma sucinta, as fontes alternativas de águas pluviais e águas cinzas em um empreendimento e os possíveis tratamentos a serem implantados.

Tabela 2 - Sistemas de tratamento recomendados em função dos usos potenciais e fontes alternativas de água.*

Usos Potenciais	Fontes alternativas de água		
	Pluvial	Reúso	
		Máquina de lavar roupas	Lavatório + Chuveiro
Lavagem de roupa	A + B + E + F	(C ou D) + B + E + F	(C ou D) + B + E + F
Descarga em bacias sanitárias			
Limpeza de pisos			
Irrigação, rega de jardins			
Lavagem de veículos			
Uso ornamental			

* Os sistemas de tratamento recomendados devem ser verificados para cada caso específico.

OBS: Para os fins relacionados à construção civil e refrigeração de máquinas, os tratamentos devem ser avaliados a cada caso particular.

Tratamentos Convencionais:

A = sistema físico: gradeamento;

B = sistema físico: sedimentação e filtração simples através de decantador e filtro de areia;

C = sistema físico-químico: coagulação, floculação, decantação ou flotação;

D = sistema aeróbico de tratamento biológico lodos ativados;

E = desinfecção; e

F = correção de PH.

7. ESTIMATIVA DA ECONOMIA DE ÁGUA NO CASO DE UMA RESIDÊNCIA

RESULTADOS DOS ÍNDICES DE CONSUMO DE UMA RESIDÊNCIA UTILIZANDO REÚSO DE ÁGUA



ECONOMIA

Convencional (l/hab/dia)

Residência de alto padrão

216

Residência de médio padrão

136

Residência de baixo padrão

80

Com reúso (l/hab/dia)

Residência de alto padrão

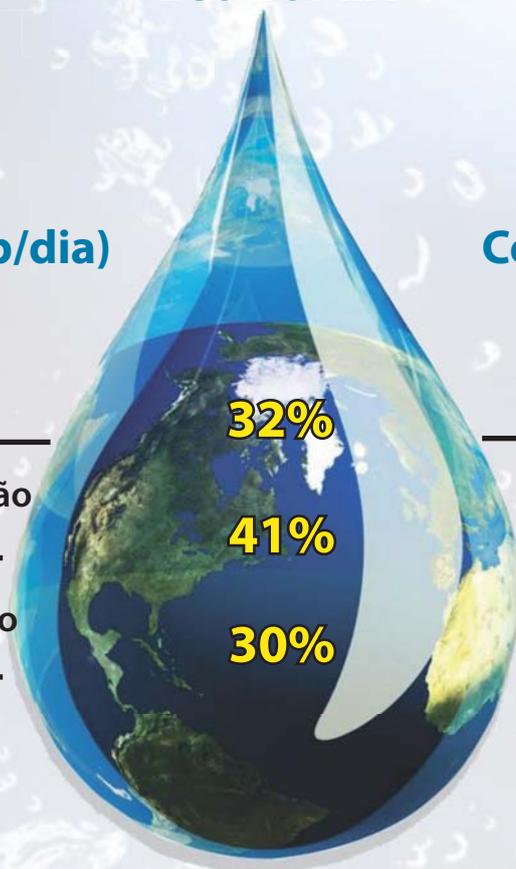
147

Residência de médio padrão

80

Residência de baixo padrão

57



8. CONCLUSÃO

É sempre importante uma correta concepção de projeto para a construção de edifícios, de forma que se alcance a desejada eficiência na operação. Devem ser avaliadas as possibilidades de uso racional, sempre do ponto de vista técnico-econômico, considerando não somente o custo inicial da implantação do sistema, mas também a redução dos custos de operação do edifício.

Os benefícios trazidos pela coleta e aproveitamento de água de chuvas e do reúso das águas cinzas são claros e reais. Portanto, faz-se necessário o estabelecimento de normas que conduzam ao aproveitamento seguro dessas fontes de água, bem como a criação de políticas que incentivem a implantação desses sistemas.

As tecnologias economizadoras de água por si só geram resultados restritos, sendo necessário desenvolver na população de forma conjunta, a consciência do uso racional da água para que os sistemas de reúso surtam efeito na redução do consumo de água nas edificações.

Para o aproveitamento das águas pluviais e o reúso das águas cinzas é necessário efetuar o tratamento dessas águas e adequá-las aos padrões de qualidade compatíveis aos usos para os quais estas águas se destinarão, visando a diminuição dos riscos de saúde pública e a maior aceitabilidade dos usuários.

A partir de uma simples mudança para a implantação de um sistema que se autoabastece com o recolhimento de águas servidas e pluviais, estaremos cooperando significativamente para evitar o desperdício.

USO E DISPONIBILIDADE DE ÁGUA

- Em 2030, espera-se que a demanda de água mundial seja 40% maior do que a sua disponibilidade, colocando 47% da população em áreas com déficit hídrico.
- Todos os processos produtivos dependem do uso da água.
- A construção civil é uma grande consumidora de água e, conseqüentemente, depende deste recurso para a sua manutenção.
- O consumo de água em uma edificação, onde existe reúso de águas cinzas, é cerca de um terço menor do que em edificações comuns; edifícios que possuem coleta de água pluvial conseguem economizar cerca de 30 a 40%.



9. BIBLIOGRAFIA

- VII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. *Aproveitamento da Água Pluvial para Fins Não Potáveis*. Disponível em: <<http://www.excelenciaemgestao.org/portals/2/documents>>.

- 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, ABNT, 1997.

- _____. NBR 15527. *Água de Chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos*. Rio de Janeiro, ABNT, 2007.

- SINDUSCON-SP. *Conservação e Reúso da água em Edificações*. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/.../manual_agua_em_edificacoes>

- IDHEA. *Nove Passos para a Obra Sustentável* – resumo. Disponível em: <http://www.idhea.com.br/pdf/nove_passos.pdf>

- Lima, R. *Gestão da Água em Edificações: utilização de aparelhos economizadores, aproveitamento de água pluvial e reúso de água cinza*. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria número 518 de 25 de março de 2004. *Padrões mínimos de qualidade da água para consumo humano*. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_ms518pdf>

- Alojamentos Feminino e Masculino do Centro de Instrução Almirante Alexandrino (CIAA). Memorial Descritivo da Obra/ Escopo do serviço proposto da Empresa Fluxo Ambiental para a Estação de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC) instalada.