

Cadernos de Conservação de Água em Edificações

REÚSO DE ÁGUAS CINZAS



Diretor Presidente

Paulo Sérgio Bretas de Almeida Salles

Diretores

Irsael Pinheiro Torres

José Walter Vazquez Filho

Jorge Enoch Furquim Werneck Lima

Superintendência de Abastecimento de Água e Esgoto (SAE)

Irene Guimarães Altafin

Superintendente

Débora Tolentino Luzzi Diniz

Assessora

João Carlos Maldini Quijano

Assessor

Coordenação de Fiscalização (COFA)

Igor Medeiros da Silva

Coordenador

Jarbas Fernando da Silva

Regulador de Serviços Públicos

Leandro Antonio Diniz Oliveira

Regulador de Serviços Públicos

Rossana Santos de Castro

Reguladora de Serviços Públicos

Coordenação de Regulação (CORA)

Pablo Armando Serradourada Santos

Coordenador

Patrícia Silva Cáceres

Reguladora de Serviços Públicos

Adalto Clímaco Ribeiro

Regulador de Serviços Públicos

Samyriam dos Reis Ramos

Apoio Técnico



Reitora

Márcia Abrahão Moura

Vice-Reitor

Henrique Huelva

Decanato de Pesquisa e Inovação (DPI)

Maria Emília Machado Telles Walter

Decana

Cláudia Naves David Amorim

Vice-Decana

Centro de Desenvolvimento Tecnológico (CDT)

Sanderson Cesar Macedo Barbalho

Diretor

Sônia Marise Salles Carvalho

Vice-Diretora

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU)

José Manoel Morales Sánchez

Diretor

Luciana Saboia Fonseca Cruz

Vice-Diretora

Grupo de Pesquisa Água & Ambiente Construído

Daniel Richard Sant'Ana

Coordenador

Liza Maria Souza de Andrade

Vice-Coordenadora

Chenia Rocha Figueiredo

Pesquisadora

Rômulo José da Costa Ribeiro

Pesquisador

Código

Cadernos de conservação de água em edificações:
reúso de águas cinzas / Daniel Richard Sant'Ana;
Lídia Batista Medeiros, Susanna Almeida dos Santos.
Brasília: Editora FAU-UnB 2018. 47 p.

ISBN

1. Conservação de água. 2. Reúso de águas cinzas.
3. Instalações prediais. 4. Saneamento Ambiental. I.
Sant'Ana, Daniel. II. Medeiros, Lídia Batista. III.
Santos, Susanna.

CDU

Autoria

Daniel Sant'Ana
Lídia Medeiros
Susanna Santos

Ilustração

Daniel Sant'Ana
Tássia Latorraca
Susanna Santos

Diagramação

João Capoulade
Tássia Latorraca



APRESENTAÇÃO



Atualmente no Brasil, a pressão sobre os recursos hídricos é produto do crescimento populacional, expresso em altos índices de expansão urbana, desmatamento e poluição de água, agregados a crescentes episódios de inundações e secas intensas, afetando tanto a quantidade como a qualidade de água doce disponível no país. Em 2016 o Distrito Federal vivenciou uma crise hídrica sem precedentes em sua história. Conseqüentemente, um regime de racionamento de água foi tomado como medida emergencial, até que se alcançasse um nível satisfatório de água nos reservatórios para garantir a segurança hídrica da região.

Em busca de uma gestão sustentável dos recursos hídricos, a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal – ADASA e a Universidade de Brasília – UnB, apresenta dois Cadernos de Conservação de Água com efeito de conscientizar e estimular a sociedade em promover a conservação de água pelo emprego sistemas prediais de água não potável. O primeiro, descreve os cuidados necessários na instalação de sistemas prediais de aproveitamento de águas pluviais e o segundo, do reúso de águas cinzas.



SUMÁRIO



1.	Conceitos Gerais	08
1.1.	Qualidade da água cinza	08
1.2.	Usos não potáveis	10
1.3.	Instrumentos legais e orientações específicas	13
2.	Sistemas de Reúso de Águas Cinzas	18
2.1.	Sistema tonel & balde	18
2.2.	Sistemas isolados	19
2.3.	Sistemas integrados	22
3.	Tratamento de águas cinzas	24
3.1.	Processo físico	24
3.2.	Processo químico	25
3.3.	Processo biológico	25
3.4.	Outros processos	26
3.5.	Desinfecção	28
4.	Reservatórios	29
4.1.	Reservatório de retenção	29
4.2.	Alimentação de água potável	31
4.3.	Bomba d'água	33
4.4.	Reservatório de distribuição	35
4.5.	Rede de distribuição	37
5.	Considerações Finais	38
5.1.	Cuidados na utilização	38
5.2.	Manutenção	40
5.3.	Análise de risco	42

1. CONCEITOS GERAIS

Águas cinzas são águas servidas com contribuição de sabão, excluindo o efluente proveniente de vasos sanitários. Como uma alternativa conservacionista para a redução do consumo de água potável em edificações, os sistemas de reúso de águas cinzas devem ser considerados, sobretudo para regiões com baixos índices pluviométricos ou com pouca área de cobertura para captação de águas pluviais, de acordo com a demanda solicitada. Apresenta um baixo grau de contaminação, em comparação ao esgoto doméstico como um todo, também denominado de águas residuárias, contudo exige tratamentos específicos de acordo com o uso pretendido e a qualidade desejada. Dessa forma, assim que for determinado os usos finais da água tratada, recomenda-se consultar um profissional técnico qualificado para a escolha do sistema de tratamento e dimensionamento do mesmo em cada caso específico.

1.1 QUALIDADE DA ÁGUA CINZA

Os hábitos e costumes dos indivíduos interferem diretamente na qualidade das águas cinzas, pois possuem uma variedade muito grande de produtos químicos provenientes de produtos de limpeza, higiene e beleza, que contribuem diretamente para a presença de fósforo e nitrogênio nesses efluentes. Além dos produtos inorgânicos, apresentam compostos orgânicos e microrganismos patogênicos advindos das atividades fisiológicas dos usuários. A presença de todos esses agentes contaminantes podem provocar doenças potencialmente graves aos indivíduos. A qualidade da água também pode ser determinada pela temperatura que apresenta, pois ela afeta diretamente o nível de pH e, também, a reprodução ou inativação de microrganismos.

CONTAMINANTES	FONTE	RISCO DE CONTAMINAÇÃO
Óleos e graxas	Máquina de lava-roupa, lavatórios, chuveiro.	Baixo: baixo risco de transmissão de doenças.
Fósforo total e de fosfatos	Máquina de lava-roupa, lavatórios, chuveiro.	Baixo risco para os usuários, benéfico para o crescimento de plantas se utilizado em irrigação.
Nitrogênio e nitratos	Máquina de lava-roupa, lavatórios, chuveiro.	Alto: exposição prolongada ao nitrato e compostos pode provocar doenças fatais
Bactérias como <i>E. coli</i> e estreptococcus fecal; protozoários	Chuveiro e máquina de lavar-roupa	Alto: grande risco de contaminação e transmissão de doenças fatais

Tabela 1: Contaminantes presentes em águas cinzas e seus respectivos risco de contaminação

Em resumo, para usos não potáveis, os níveis dos parâmetros de qualidade não precisam ser os mesmos estabelecidos para águas de consumo humano, uma vez que essa água não será ingerida e o contato direto com a pele e mucosas só representa risco em caso de ampla exposição por períodos prolongados. A nível ambiental deve-se atentar os critérios estabelecidos para contaminação do solo e de aquíferos, nos casos de infiltração da água no solo por meio da irrigação, lavagem de veículos ou de pisos. Contudo, os constituintes que afetam a qualidade da água que trazem maiores preocupações são os de natureza microbiológica, cujo controle é garantido pela desinfecção após o tratamento.

1.2 USOS NÃO POTÁVEIS



O sucesso de um sistema de reúso de águas cinzas está diretamente ligado à qualidade da água que ele proporciona em relação ao seu uso não potável, garantindo, dessa maneira, saúde e bem-estar aos usuários. Esse sistema só é recomendado para os seguintes usos finais:

- irrigação para fins paisagísticos;
- uso ornamental: espelhos d'água, chafarizes e quedas d'água;
- reserva técnica de incêndio;
- descarga de bacias sanitárias;
- lavagem de pisos, fachadas e veículos de transporte;

Tendo em vista que consumidor/usuário que implementa um sistema de reúso de águas cinzas passa a condição de produtor de água, este, torna-se responsável por sua gestão qualitativa. Os constituintes orgânicos ou inorgânicos presentes nestes efluentes podem representar risco à saúde de acordo com a concentração que estiverem presentes, por isso para o uso seguro de águas cinzas, é necessário alcançar determinados padrões de qualidade de água em função do tipo de uso previsto, de forma que seu uso não seja rejeitado. Portanto, o consumidor/usuário deverá fazer a análise laboratorial dessa água verificando os parâmetros de qualidade da água e as frequências de análise laboratorial conforme a Tabela 2.

USOS PREVISTOS	PADRÕES	VALORES	ANÁLISE LABORATORIAL
<ul style="list-style-type: none"> • Torneira de jardim (<i>irrigação com formação de aerosol</i>) • Uso ornamental (<i>chafarizes e quedas d'água</i>) • Torneira de uso geral (<i>lavagem com formação de aerosol</i>) 	<i>E. coli</i>	Até 1 NMP/100 mL	Semestral
	Coliformes totais	Até 10 NMP/100 mL	
	SS	Até 100 mg/L	
	pH	6 - 8 para irrigação 5 - 9 para demais usos	
	Turbidez	30 NTU	
	Ovos de helmintos	Até 1/L	
	Alumínio	5,0 mg/L para uso a longo prazo 20 mg/L para uso a curto prazo	
	Cloro residual	Até 1,0 mg/L	
	UV	(Intensidade) 254 nm	
	Nitrogênio (Nh ₄)	Até 20 mg/L	
Fósforo (P)	Até 20 mg/L		
<ul style="list-style-type: none"> • Descarga Sanitária • Torneira de jardim (<i>irrigação sem formação de aerosol</i>) • Uso ornamental (<i>espelhos d'água</i>) • Torneira de uso geral (<i>lavagem e limpeza sem formação de aerosol</i>) • Combate ao incêndio (<i>reserva técnica</i>) 	<i>E. coli</i>	Até 250 NMP/100 mL	Anual
	Coliforme total	1000 NMP/100 mL	
	SS	Até 500 mg/L para irrigação Até 30 mg/L para demais usos	
	DBO	Até 30 mg/L	
	pH	6 - 8 para irrigação 5 - 9 para demais usos	
	Turbidez	10 NTU para descarga sanitária 30 NTU para demais usos	

Tabela 2: Diretrizes de qualidade para o Reúso de Águas Cinzas

USOS PREVISTOS	PADRÕES	VALORES	ANÁLISE LABORATORIAL
	Cloro residual	Até 1,0 mg/L para irrigação 2,0 mg/L para demais usos	Semestral
	UV	(Intensidade) 254 nm	
	Nitrogênio (Nh ₄)	Até 20 mg/L para irrigação	
	Fósforo (P)	Até 20 mg/L para irrigação	
Alumínio	5,0 mg/L para uso a longo prazo 20 mg/L para uso a curto prazo		
Irrigação subsuperficial ou por gotejamento	N/A	N/A	N/A

Tabela 2: Diretrizes de qualidade para o Reúso de Águas Cinzas

ATENÇÃO!

Segundo a ABNT NBR 5626, água não potável pode ser utilizada em usos não potáveis, desde que as tubulações de água não potável sejam separadas da rede de água potável. Neste caso, a Norma aconselha a identificação de tubulações, reservatórios e pontos de uso por meio de símbolos ou cores, advertindo usuários com o texto “ÁGUA NÃO POTÁVEL”.



Figura 1: Símbolo gráfico de água não potável em pontos de uso.

1.3. INSTRUMENTOS LEGAIS E ORIENTAÇÕES ESPECÍFICAS



No Brasil não há, ainda, norma técnica que regulamente o reúso de águas cinzas. Com o intuito de estabelecer os procedimentos de avaliação para emissão de habite-se de novas construções que apresentam, em suas instalações prediais, sistemas de reúso de água, a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB publicou, em dezembro de 2012, a Norma ND.SCO-013. A Norma ressalta que as águas provenientes dos sistemas de reúso de água, apenas poderão ser utilizadas para (CAESB, 2012, p.2):

- Irrigação não pressurizada de jardins e áreas verdes;
- Lavagem de veículos automotores, de pisos e calçadas;
- Tanques e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes;
- Torres de resfriamento de sistemas de ar condicionado central; e
- Descarga em vasos sanitários, desde que submetida a um tratamento simplificado;

Com o intuito de preservar a saúde e bem-estar de usuários, a fiscalização da CAESB deverá exigir: i) a impossibilidade de ocorrer conexão cruzada com o sistema público de abastecimento de água; ii) a existência de reservatórios e sistemas hidráulicos independentes e identificados; iii) a existência de registros e torneiras de acesso restrito e devidamente identificadas (CAESB, 2012). Para a Lei do Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007), a prestadora de abastecimento público deve garantir a qualidade da água potável até as ligações prediais. Uma conexão cruzada no sistema predial de água potável poderá afetar os padrões de potabilidade da água exigidos pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde nas instalações hidráulicas da edificação, ou até mesmo na rede de abastecimento público.

A Norma ND.SCO-013 busca também, identificar e quantificar o lançamento de efluentes adicionais na rede pública de coleta de esgoto. Tradicionalmente, o volume de esgoto que é lançado na rede pública é quantificado pelo volume de água medido no cavalete de entrada da unidade. Porém, no momento em que uma edificação trata águas cinzas e reutiliza em usos internos, esses efluentes adicionais lançados na rede pública de coleta de esgoto acabam não sendo quantificados pelo hidrômetro e, conseqüentemente, não é cobrado na conta de água e esgoto da concessionária.

Em contrapartida, o volume de águas cinzas reutilizadas em atividades que não geram efluentes sanitários lançados na rede pública de esgoto (como irrigação, lavagem de veículos, pisos e calçadas, torres de resfriamento, etc.), acaba sendo contabilizado no valor da tarifa de esgoto da unidade. Neste caso, para evitar uma cobrança indevida ao consumidor, o volume de águas cinzas que não são lançadas na rede pública de coleta de esgoto devem ser quantificados para descontar o seu valor da tarifa de esgoto.

Segundo a Norma ND.SCO-013, o efluente oriundo de sistemas de reúso de água devem atender aos padrões de lançamento de efluentes líquidos na rede pública de esgotos, conforme Decreto nº 18.328/1997. Caso este efluente apresentar uma concentração acima dos limites máximos previstos, a Norma estabelece que deverá ser aplicada uma Tarifa Especial na conta de água e esgoto. Esta sobretaxa para esgotos com concentrações acima dos limites máximos estabelecidos é calculada em função do nível de sólidos totais (ST), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio presentes no efluente (DQO). A Tarifa Especial baseia-se na elevação dos custos para tratamento dos efluentes cujas características extrapolam os limites legais, sobrecarregando os sistemas públicos de tratamento ao demandarem maior consumo de energia elétrica, produtos químicos e recursos humanos. A Norma especifica que o consumidor/usuário que implementar sistemas de reúso de água, passa a condição de produtor de água e, conseqüentemente, torna-se responsável pela sua gestão qualitativa. Com isso, o consumidor/usuário deverá (CAESB, 2012, p. 3):

- Solicitar à CAESB a avaliação do projeto e do sistema de reúso de água;

- Apresentar o projeto do sistema incluindo detalhes executivos, especificações das tecnologias selecionadas, esquemas verticais e outros necessários para subsidiar a adequada verificação do sistema pela CAESB;
- Apresentar Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do responsável pelo projeto e pela operação do sistema, registrada no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Distrito Federal (CREA-DF);
- Apresentar Licença Ambiental emitida pelo órgão ambiental competente referente ao sistema, nos casos em que for obrigatório.

O responsável técnico pelo projeto ou operação dos sistemas de sistemas de reúso de água deve apresentar instruções de manutenção, como a periodicidade de execução de limpeza e desinfecção do sistema, prevendo os cuidados necessários à proteção da saúde pública, e garantir a estanqueidade do ramal de ligação e da rede de abastecimento de água potável da CAESB.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) apresenta uma série de Normas Brasileiras (NBR) que podem servir como documento-referência para responsáveis técnicos por projetos e operação de sistemas de reúso de águas cinzas, por apresentarem diretrizes e soluções técnicas aplicáveis à prática do reúso. Entre as Normas ABNT mais relevantes ao tema, destacam-se a NBR 5626/1998, NBR 15527/2007 e a NBR 13969/1997.

A ABNT NBR 5626 Instalação predial de água fria, tem como objetivo apresentar recomendações relativas ao projeto, execução e manutenção predial de instalações de água fria. Esta Norma procura apresentar princípios de bom desempenho de instalação predial para garantir a potabilidade da água do sistema de água potável. Esta Norma é aplicável a instalações prediais que possibilitem o uso de água potável e o uso de água não potável em edificações residenciais ou não-residenciais. Nesse caso, quando houver a utilização simultânea de água não potável e água potável de abastecimento público em uma edificação, a Norma sugere que a concessionária deve ser notificada previamente.

A Norma recomenda que o sistema predial de água não potável seja totalmente separado e independente das instalações de água potável evitando, dessa maneira, uma possível conexão cruzada. Em outras palavras, a edificação que utilizar uma fonte de água não potável, deverá evitar em sua configuração hidráulica, qualquer ligação física de peça, dispositivo ou arranjo entre a rede de água não potável e da rede de água potável. Medidas de proteção contra refluxo são necessárias para evitar uma possível contaminação da rede de água potável.

Apesar de não haver uma Norma ABNT específica ao reúso de águas cinzas em edificações, a ABNT NBR 13969 Tanques sépticos apresenta alternativas para o tratamento e reúso de efluentes domésticos em fins que não exigem qualidade de água potável como “irrigação de jardins, lavagem dos pisos e veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas e pastagens, etc.” (ABNT, 1997, p.21). Segundo a Norma, o sistema de reúso deve ser planejado de modo que garanta segurança aos usuários e, para tanto, devem ser definidos:

- Os usos previstos para o efluente tratado;
- O volume do esgoto a ser reutilizado;
- O grau de tratamento necessário;
- Sistemas de reservação e de distribuição;
- Manual de operação e treinamento dos responsáveis.

No que se refere ao grau de tratamento do efluente necessário para reúso, a Norma define quatro classificações de usos não potáveis de água e apresenta seus respectivos parâmetros de qualidade de água. A Norma recomenda uma avaliação trimestral do desempenho do sistema de reúso de água nos processos de tratamento e das condições da disposição final da água de reúso.

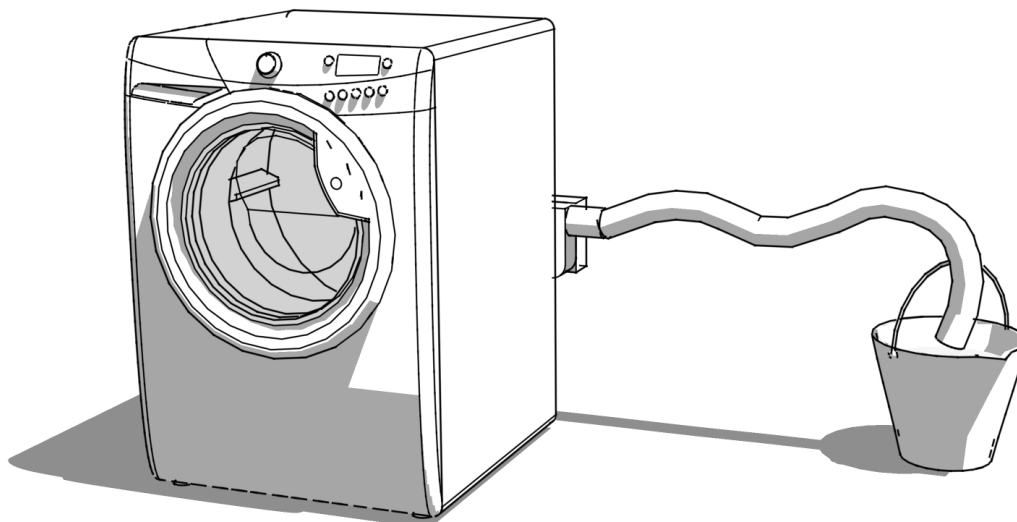
Em resumo, para a elaboração e instalação de projeto hidráulico para o reúso de águas cinzas, recomenda-se consultar profissionais qualificados ou empresas que atuem nessa área no mercado.

2. SISTEMAS DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS

2.1 SISTEMA DE TONEL E BALDE

A forma mais simples de fazer o reúso de águas cinzas, é pelo acumulo das águas da máquina de lavar roupas em um barril (bombona), utilizando um balde para sua extração em lavagem de pisos. A prática do 'tonel & balde' é muito comum em casas de média a baixa renda e é popularmente realizado em dias de faxina – aproveitando a água cinza da máquina no mesmo dia, para evitar a degradação do efluente não tratado.

Figura 2:



2.2 SISTEMAS ISOLADOS



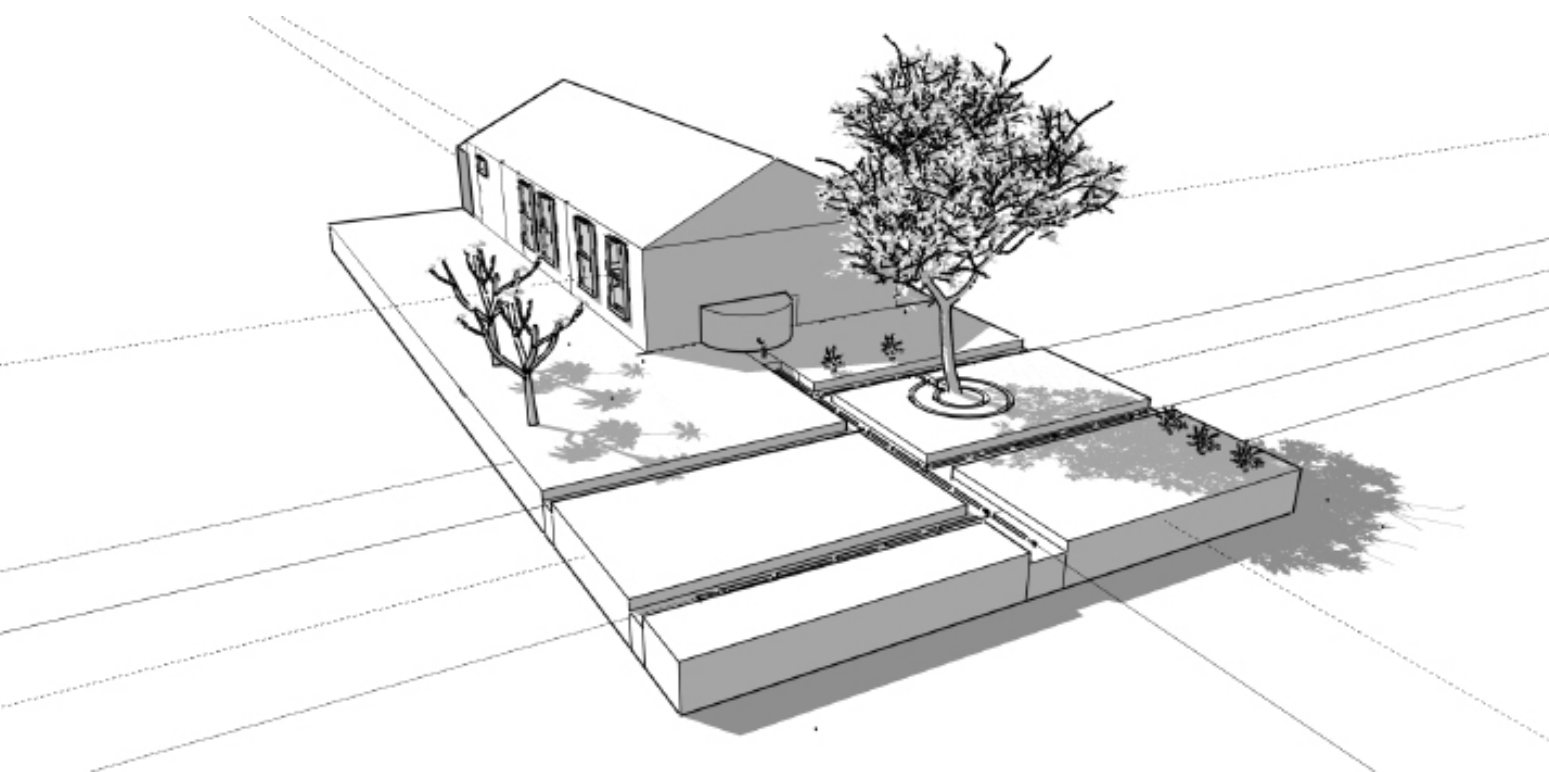
Sistemas de reúso de águas cinzas isolados das edificações, fazem a distribuição direta a pontos de uso externo por gravidade ou bombeamento. Em geral, existem dois tipos de sistemas: i) sistema de desvio de água cinza bruta; e ii) sistema pressurizado de água cinza tratada. Sistemas de desvio de água cinza bruta limita-se à irrigação subsuperficial, enquanto sistemas pressurizados de água cinza tratada podem ser utilizadas na irrigação por aspersão e na lavagem de pisos.

Sistemas de desvio de águas cinzas funcionam com mecanismos simples para direcionar águas cinzas não tratadas para irrigação subsuperficial. Esses sistemas de desvio apresentam os seguintes elementos básicos:

- Registros para controle do desvio do efluente para irrigação ou esgotamento sanitário;
- Filtro grosso e/ou fino para remoção de detritos;
- Acumulador de efluente com extravasor;
- Rede de distribuição em PVC perfurado ou em mangueiras porosas para irrigação subsuperficial em leitos drenantes;
- Caixas de passagem e elementos de inspeção em junções e em pontas de rede.

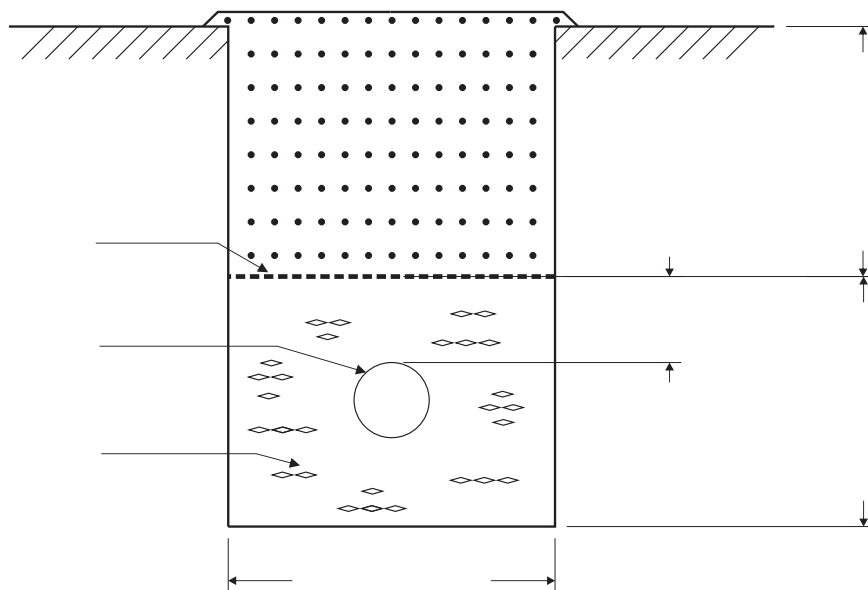
O governo australiano apresenta orientações para o reúso de águas cinzas destinadas a irrigação subsuperficial. Em alguns casos, é possível direcionar águas cinzas para irrigação subsuperficial diretamente por ação da gravidade (**Figura 3**). Em alguns casos, torna-se necessário o uso de bombas d'água para a distribuição de águas cinzas em locais com altura manométrica desfavorável.

Figura 3: Sistema de desvio de águas cinzas para irrigação subsuperficial por gravidade



De acordo com as diretrizes australianas, a tubulação destinada à irrigação subsuperficial deverá ser enterrada pelo menos 10 cm abaixo do nível do solo, com uma distância mínima de 1 metro de outras tubulações, divisas, edifícios, piscinas ou reservatórios enterrados de água potável. A Norma ABNT NBR 13969 apresenta orientações para a implantação de valas de infiltração para disposição final de águas residuárias, que também podem ser adotadas como forma de distribuição saturada de águas cinzas para irrigação subsuperficial.

Figura 4: Corte transversal detalhado de uma vala de infiltração para irrigação subsuperficial



A **Figura 4** apresenta o corte transversal detalhado de uma vala de infiltração para irrigação subsuperficial com a utilização de tubos perfurados para distribuição de águas cinzas não tratadas. O desvio de águas cinzas para irrigação subsuperficial oferece uma opção produtiva ao reúso, e não tem a função de disposição final de efluentes.

O reúso pressurizado de águas cinzas em irrigação ou em lavagem de pisos requer tratamento prévio para evitar uma possível contaminação de usuários com microrganismos pelo contato direto com aerossóis.

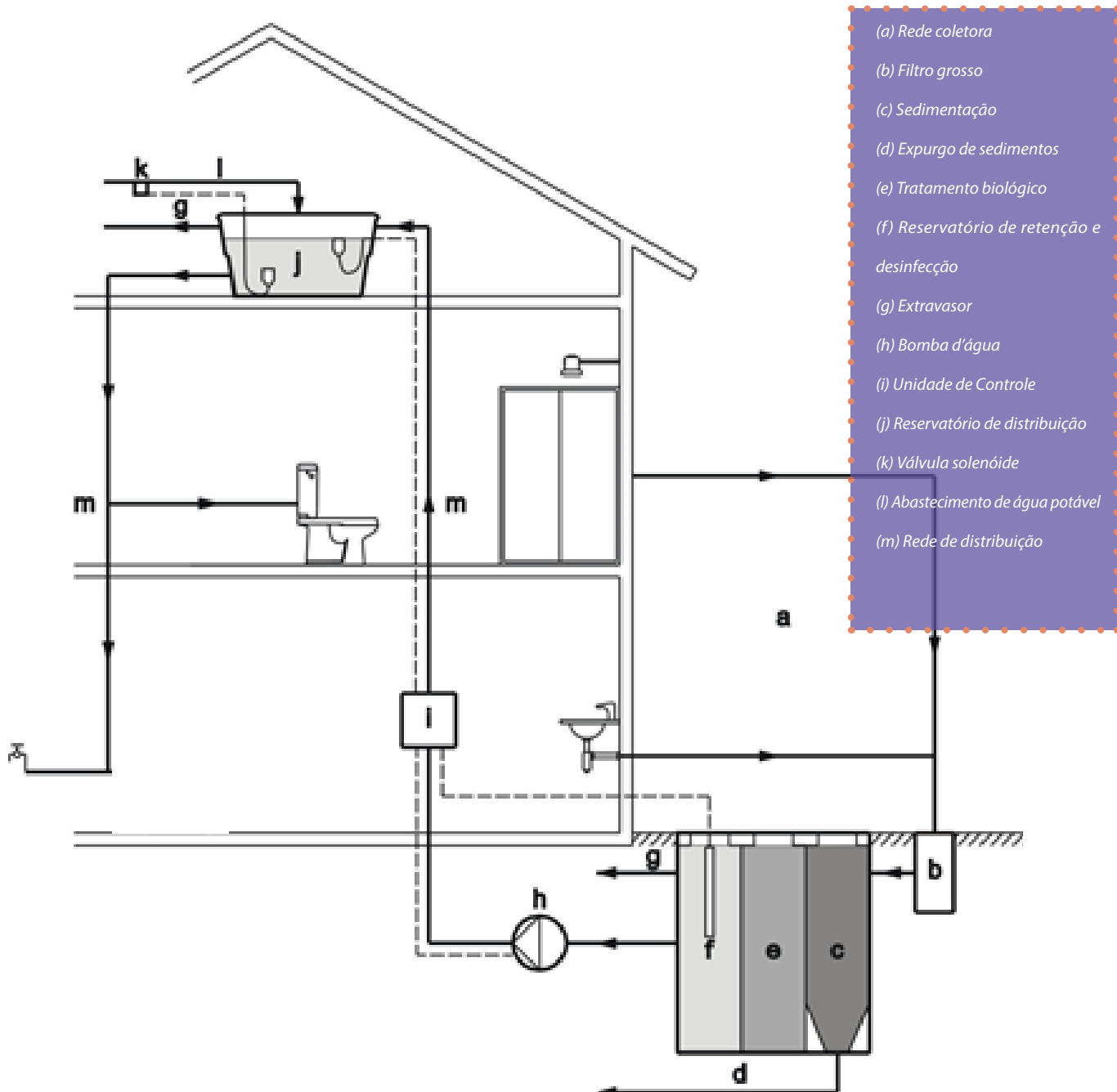
As formas de tratamento podem ser a nível primário, secundário ou terciário, em caso de uso apenas do tratamento primário, recomenda-se que a irrigação pressurizada seja realizada em locais de acesso restrito, ou pelo menos 1 hora após a aspersão.

2.3 SISTEMAS INTEGRADOS



Sistemas de reúso de águas cinzas integrados às edificações, promovem a distribuição indireta de água em pontos de usos não potáveis internos e/ou externos (**Figura 5**). Em geral, sistemas integrados realizam o recalque da água tratada para um reservatório de distribuição localizado na cobertura da edificação. Por gravidade, pontos de uso interno e externo são alimentados para uso não potável em descarga sanitária, torneiras de uso geral, torneiras de jardim, entre outros. Alternativamente, a distribuição da água não potável pode ser mista. Para isso, uma bomba pressurizadora é utilizada para o abastecimento direto em pontos de usos externos, e para o abastecimento indireto por meio de recalque ao reservatório de distribuição.

Figura 5: Sistema integrado à edificação para o reúso de águas cinzas em pontos internos e externos.



3. TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS

Assim como os poluentes contidos nos efluentes são de natureza física, química e biológica, os processos de tratamento podem ser classificados como tal. Estes processos não atuam isoladamente e as transformações ocorridas em um determinado processo influenciarão diretamente nos demais. Antes de selecionar o processo de tratamento adequado para águas de reúso é necessário que seja claramente definido as normas de reúso e a qualidade a ser alcançada. Alguns fatores afetam no processo de design de tratamento, são as condições do local e disponibilidade de área e fatores econômicos.

Os métodos primários e secundários de tratamento removem a maioria dos sólidos suspensos e matéria orgânica, já deixando o efluente em condições de padrões de qualidade próprias para o lançamento nos corpos d'água ou para a utilização para fins não potável.

3.1 PROCESSO FÍSICO

São os processos em que ocorrem a remoção de substâncias fisicamente separáveis dos líquidos ou que não se encontram dissolvidas, ou seja, separam substâncias em suspensão incluindo sólidos grosseiros, sólidos sedimentáveis e flutuantes. Nesse caso qualquer processo de tratamento que envolva um fenômeno físico constituirá um processo físico de tratamento, como: remoção da umidade, filtração, incineração, diluição ou homogeneização. Nesse processo ocorre uma remoção de sólidos suspensos entre 30-50% associado a redução da demanda biológica de oxigênio (DBO).

3.2 PROCESSO QUÍMICO



São os processos que geralmente envolvem a adição de produtos químicos para potencializar os efeitos dos outros processos afim de potencializar sua eficiência. Dentre os processos químicos comumente utilizados estão a coagulação e floculação, precipitação química, elutriação, oxidação química, cloração e neutralização ou correção do pH.

3.3 PROCESSO BIOLÓGICO



São os processos que dependem da ação de microrganismos presentes no efluente para transformação de compostos complexos em processos simples. Em geral tentam reproduzir em ambiente projetado com área e tempo adequado, fenômenos que ocorrem naturalmente na natureza com a máxima eficiência possível. Os principais processos são a oxidação biológica e digestão do lodo.

3.4 OUTROS PROCESSOS



Além dos processos convencionais, vários outros processos resultados de pesquisas constituem tratamentos avançados, que aliam desenvolvimento tecnológico a máxima eficiência. Um desses processos são os sistemas leitos cultivados, que se tratam de tanques impermeabilizados, com fluxo hidráulico controlado, preenchidos por meios filtrantes com vegetais plantados que consigam viver em ambiente constantemente saturado e suportem grandes cargas de poluentes. A interação planta-substrato junto a microrganismos presentes nas raízes e efluentes, que irá ser tratado, promove a depuração adequada para reúso para diferentes fins. O dimensionamento do leito cultivado para unidades familiares baseia-se na carga hidráulica em oferta e no clima da região que irá ser instalado. Este processo de tratamento é capaz de alcançar níveis elevados de retirada da bactéria *E. coli* e carga orgânica.

Outros processos também eficientes:

- Adsorção por carvão;
- Eletrodialise;
- Biodisco;
- Troca de íons;
- Filtração rápida;
- Filtração por membranas, incluindo micro, ultra e nanofiltração;
- Osmose inversa;
- Gas stripping.

Todos esses processos podem ser classificados em função da remoção de poluentes ou da eficiência das unidades de tratamento, de acordo com o grau de eficiência obtido por um ou mais dispositivos de tratamento. Considerando os usos não potáveis considera-se a classificação em função do grau de redução dos sólidos suspensos e da demanda bioquímica e química do oxigênio, contudo o tratamento pode ser preliminar, primário, secundário ou terciário. Para as classes de uso final considera-se que o tratamento secundário já garante a qualidade pretendida, conforme observado nos níveis de remoção resumidos na **Tabela 3**.

Tabela 3: Remoção de poluentes da água de acordo com o tratamento

NÍVEL DE TRATAMENTO	POLUENTES REMOVIDOS
<i>Tratamento preliminar</i>	Remoção de sólidos grosseiros, gorduras e areia
<i>Tratamento primário</i>	Remoção de mais de 50% de DBO, SS e Coliformes. Baixa eficiência na remoção de vírus e protozoários, mas eficaz na remoção de bactérias e helmintos.
<i>Tratamento secundário</i>	Remoção de organismos patogênicos, nutrientes (N e P) e sólidos suspensos e dissolvidos em torno de 90%.
<i>Tratamento terciário</i>	Remoção quase que completa de organismos patogênicos, alta eficiência na remoção de nutrientes.

Fonte: Jordão, et al. (2014)

3.5 DESINFECÇÃO



A desinfecção é adicionada aos processos de tratamento para remover diversos patógenos como *V. cholerae*, *S. typhi*, *E. coli*, *Giardia* e ainda alguns vírus. Ela pode ser feita por processo químico ou físico, sendo o mais empregado a adição de cloro, cujo teor residual livre deve estar entre 0,5 e 1,5 mg/L. Além deste pode ser utilizado também o peróxido de hidrogênio, ácido peracético, bromo, iodo e permanganato de potássio que constituem outros agentes químicos. Os agentes físicos, por sua vez, apresentam ação referenciada na energia de radiação, destacando-se a radiação UV, a radiação gama, radiação solar e, a nível domiciliar, a fervura.

Quando se considera sistemas de tratamento de águas cinzas vários fatores devem ser considerados. O uso de águas cinzas tratadas sem desinfecção é recomendado somente para irrigação subsuperficial, para todos os demais usos finais a desinfecção é necessária. Estudos mostram que a utilização de 75mg/L de cloro na desinfecção por 15 minutos é eficaz na eliminação de mais de 90% de *E. coli*. O pré-tratamento realizado demonstra a redução de 20 a 30% de DBO e 50 a 60% de sólidos suspensos. Tratamentos secundários, sobretudo os biológicos, conseguem alcançar níveis elevados da retirada de poluentes, incluindo, inclusive, microrganismos patógenos, não sendo necessário tratamento terciário para usos não potáveis, tomadas as devidas precauções recomendadas em cada uso.

4. RESERVATÓRIOS

4.1 RESERVATÓRIO DE RETENÇÃO

O reservatório de retenção tem a função de acumular e armazenar, por um determinado período de tempo, as fontes alternativas de água tratadas para uso não potável. Recomenda-se realizar o tratamento da água antes de armazená-la no reservatório de retenção.

O reservatório de retenção fornece água à rede de distribuição, e o seu volume é dimensionado em função da vazão da oferta e demanda de água dentro de um determinado período de tempo. A falta de uso da água pode levar a sua estagnação e conseqüente proliferação de microrganismos que afetam a qualidade da água armazenada. A localização dos reservatórios de retenção tem um grande impacto na qualidade da água armazenada. Além de economizar espaço, reservatórios enterrados apresentam uma melhor condição climática do que reservatórios aparentes. Reservatório apoiados ao solo podem ficar expostos ao sol, promovendo condições ideais para a proliferação de algas, fungos e bactérias dentro do reservatório, afetando a qualidade da água armazenada.

Existem diferentes tipos e volumes de reservatórios no mercado brasileiro. Entre eles, destacam-se reservatórios de PVC rígido, polietileno ou fibra de vidro para instalação sobre o solo ou enterrados, e horizontais ou verticais. Em geral, esses reservatórios garantem estanqueidade da água, porém são limitados pela sua capacidade de armazenamento. Para tanto, volumes de maiores de

armazenamento podem ser obtidos pela conexão de reservatórios por vasos comunicantes no fundo. Reservatórios comerciais enterrados necessitam de cuidados estruturais para resistir à pressão do solo.

Reservatórios de retenção também podem ser montados *in-loco* (por partes pré-moldadas de concreto, polietileno ou plástico reforçado com fibras de vidro - PRFV) ou construídos em alvenaria, ferro-cimento e concreto armado. Em ambos os casos, é importante zelar pela estanqueidade do reservatório para garantir a eficiência do sistema, qualidade de água armazenada, e evitar infiltrações que prejudiquem sua estrutura e fundação. A Norma ABNT NBR 12217/1994 recomenda que o fundo do reservatório deve ficar acima do nível máximo do lençol freático. Sob o fundo do reservatório construído, deve ser considerado, um sistema de drenagem subestrutural, com alarme em caso de falha da bomba, capaz de descarregar eventuais vazamentos em caixa ou poço de visita.

Os reservatórios de retenção devem prever pelo menos uma abertura de inspeção, com dimensão mínima de 60cm, fechada com tampa inteiriça, dotada de dispositivo de travamento para limpeza e manutenção de equipamentos instalados dentro do reservatório. Para reservatórios construídos, a ABNT NBR 12217 recomenda posicionar a abertura de inspeção junto a uma parede, preferencialmente na mesma vertical da área de equipamentos internos, e elevar as bordas a pelo menos 10cm de altura acima da superfície da cobertura para evitar a queda de matéria dentro do reservatório. Em regiões suscetíveis a enchentes, recomenda-se elevar os pontos de acesso ou utilizar tampas estanques em reservatórios enterrados para evitar uma possível contaminação da água.

Os pontos de entrada e saída de água devem conter dispositivos de proteção contra a entrada de insetos e roedores presentes nas canalizações de drenagem ou esgotamento sanitário para garantir a qualidade da água

armazenada. Reservatórios de retenção devem prever extravasores para a liberação do excesso de água para a tubulação de esgotamento sanitário. Dispositivos de prevenção contra o refluxo de esgotamento sanitário (águas cinzas) também devem ser instalados nos extravasores para evitar a contaminação da água tratada armazenada. Válvulas de retenção podem ser utilizadas para evitar eventuais refluxos e entrada de possíveis insetos ou roedores presentes nas canalizações de drenagem ou esgotamento sanitário.

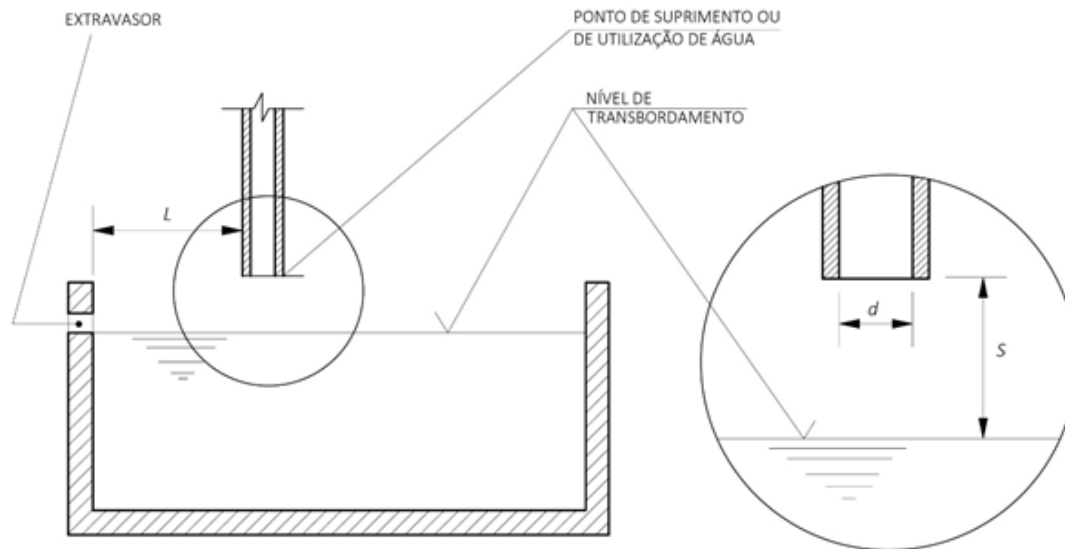
Reservatórios de retenção podem possuir um duto de ventilação para renovação do ar no interior do reservatório. A ventilação nos reservatórios auxilia na qualidade de água armazenada, além de manter a pressão neutra do ar no interior do reservatório.

4.2 ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL



Segundo a Norma ABNT NBR 5626, as instalações prediais de água devem ser projetadas de modo que garantam o fornecimento de água de forma contínua nos pontos de utilização da edificação. Para tanto, as instalações hidráulicas de água não potável devem prever meios para garantir o abastecimento contínuo de água em caso de falta de água ou problemas no sistema de tratamento. Neste caso, a complementação de água potável da concessionária local torna-se imprescindível, especialmente em usos internos, como descarga sanitária e lavagem de roupas.

Figura 6: Esquema de separação atmosférica padronizada.



A alimentação de água potável pode ser realizada no reservatório de retenção ou no reservatório de distribuição. Para ambos os casos, torna-se imprescindível prever meios para evitar uma possível contaminação da rede de água potável. Para a alimentação de água potável em reservatórios de água não potável, recomenda-se o uso de dispositivos de prevenção de refluxo em pontos de suprimento de água. Segundo a NBR 5626, o dispositivo de prevenção ao refluxo mais efetivo é a separação atmosférica padronizada representada na Figura. A separação atmosférica garante uma distância mínima entre as paredes do reservatório e altura mínima do ponto de suprimento e o nível de transbordamento do reservatório, apresentadas abaixo na **Equação 1**.

$$l_{\text{mín}} = 3d$$

Sendo que:

$h_{\text{mín}}$ (mm)	d (mm)
20	$d \leq 14$
25	$14 < d \leq 21$
70	$21 < d \leq 41$
$2d$	$41 < d$

Onde:

$l_{\text{mín}}$ = Distância mínima entre o ponto de suprimento e a parede do reservatório (mm)

d = Diâmetro interno da tubulação de suprimento de água (mm)

$h_{\text{mín}}$ = Altura mínima entre o ponto de suprimento e o nível de transbordamento da água no reservatório (mm)

4.3 BOMBA D'ÁGUA



A Norma ABNT NBR 12214/1992 apresenta os critérios e especificações necessários para o dimensionamento de bombas hidráulicas. Existem diferentes tipos de bombas hidráulicas no mercado brasileiro. A mais utilizada em sistemas prediais de água são as bombas centrífugas. A bomba centrífuga contém um rotor giratório em eixo que promove uma ação centrífuga contínua capaz de extrair a água do reservatório por sucção e pressurizar a água para usos externos ou promover seu recalque a um reservatório de distribuição.

Em geral, bombas hidráulicas podem ser de superfície ou submersas, dentro do reservatório de retenção. A manutenção de bombas de superfície

tende a ser mais simples e barata em relação a bombas submersas. Porém, geralmente necessitam de uma válvula de retenção e uma válvula de pé para evitar a entrada de ar na tubulação de recalque ou de sucção. Bombas autoaspirantes não exigem o uso de válvulas de retenção, pois o acessório já vem instalado dentro do equipamento.

É importante evitar o funcionamento da bomba a seco para evitar seu desgaste e promover a durabilidade da bomba. Bombas d'água podem ser acionadas manualmente utilizando um interruptor (disjuntor) ou elas podem ser controladas por uma chave-bóia. Bombas acionadas manualmente são geralmente utilizadas na alimentação de água direta a usos externos, como irrigação ou lavagem de pisos. A chave-bóia aplica-se ao recalque da água armazenada no reservatório de retenção para o reservatório de distribuição. Neste caso, uma chave bóia instalada no reservatório de distribuição liga e desliga a bomba para controlar o recalque da água. Caso a alimentação de água potável não seja realizada no reservatório de retenção, uma segunda chave-bóia, instalada em paralelo, no fundo do reservatório de retenção, corta o funcionamento da bomba caso esteja vazio.

Uma bomba pressurizadora no sistema predial de água não potável é capaz de promover uma alimentação direta aos pontos de uso externo e indireta ao reservatório de distribuição. Bombas pressurizadoras contém um sensor que ativa o funcionamento da bomba toda vez que houver fluxo de água (fluxostato) ou queda de pressão (pressostato) na rede. O desligamento da bomba ocorre quando o fluxo de água é interrompido, ou a pressão na rede é estabilizada. Neste caso, o uso de chave-bóia é dispensado, e uma torneira bóia padrão instalada no ponto de alimentação do reservatório de distribuição é capaz de controlar a entrada de água não potável.

4.4 RESERVATÓRIO DE DISTRIBUIÇÃO

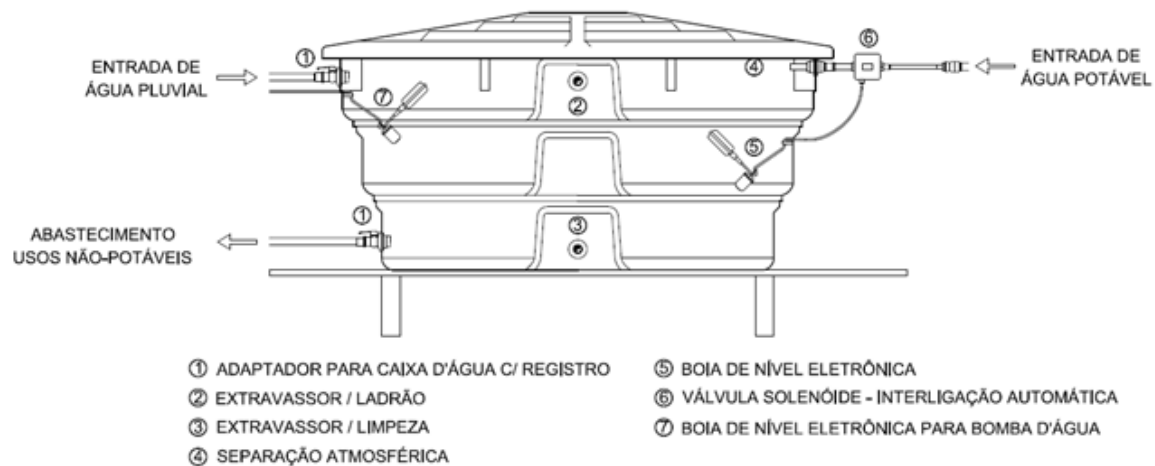


Reservatórios de distribuição tem a função de armazenar um volume equivalente ao consumo diário de água não potável para distribuição por gravidade em diferentes pontos de uso da edificação. Os reservatórios de distribuição podem ser comercialmente disponíveis em polietileno, poliéster reforçado com fibra de vidro, fibrocimento e aço inox, ou construídos em concreto armado. Os reservatórios de concreto armado devem ser impermeabilizados de acordo com a ABNT NBR 9574/2008 e executados de acordo com a ABNT NBR 6118/2004.

Uma tubulação de limpeza deve ser posicionada na parte mais baixa do reservatório com uma válvula de registro de maneira que possibilite esvaziá-lo completamente. A ABNT NBR 5626 recomenda a limpeza periódica a cada seis meses, devendo ser utilizado hipoclorito de sódio em solução para desinfecção do reservatório. A tubulação do extravasor deve escoar livremente a um local visível, servindo de alerta caso haja alguma falha no abastecimento de água não potável. A recomendação é que o diâmetro do extravasor seja, no mínimo, um diâmetro superior ao diâmetro da tubulação de alimentação.

A **Figura 7** apresenta a configuração hidráulica de um reservatório de distribuição que controla a alimentação de água não potável e de água potável pelo uso de chaves-bóia em diferentes zonas de alimentação dentro do reservatório. Em caso de desabastecimento de água não potável, recomenda-se utilizar uma zona de alimentação de água potável de no mínimo 1/3 da capacidade do reservatório.

Figura 7: Exemplo de instalação de um reservatório de distribuição de águas cinzas.



4.5 REDE DE DISTRIBUIÇÃO



O dimensionamento e instalação da rede de distribuição de água não potável deve ser feito conforme especificações da ABNT NBR 5626. A rede de tubulação de distribuição de água não potável deve ser projetada de maneira independente para evitar uma possível conexão cruzada com a rede de tubulação de água potável. O projeto da rede de distribuição de água não potável deve prever soluções para trechos e aparelhos hidrossanitários que caem em desuso. Estagnação de água não potável pode, com o tempo, afetar a qualidade da água. Neste caso, recomenda-se o expurgo de trechos inoperantes e a limpeza e desinfecção de aparelhos hidrossanitários. Em projetos de blocos residenciais, recomenda-se a instalação de vasos sanitários de caixa acoplada com dois pontos de abastecimento, um de água potável e outro de água não potável, permitindo que o morador escolha o tipo de água a ser utilizada em sua descarga sanitária.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS







Algumas medidas de segurança são importantes para o bom resultado do sistema a ser instalado, como, por exemplo, a total segregação do sistema de armazenamento e distribuição de água não potável, uso de válvulas de retenção, testes periódicos com elementos de cor traçadores que detectam a ocorrência de conexões cruzadas e, irrigação noturna para reduzir o potencial de contato humano. Para tanto, vale a pena ressaltar que seu uso é restrito a fins não potáveis e que determinados cuidados são necessários na utilização e manutenção do sistema hidráulico para preservar a qualidade da água e garantir a saúde e bem-estar de usuários.

5.1 CUIDADOS NA UTILIZAÇÃO

A Norma Regulamentadora NR 26 e a ABNT NBR 6493/1994 apresentam recomendações sobre o emprego de cores para a identificação de tubulações de fluídos. Há um consenso no uso da cor verde para água potável e vermelho em tubulações destinadas ao combate a incêndio. Mas, não especificam nenhuma indicação de cor para tubulações das redes de coleta de águas cinzas, esgotamento sanitário, ou para a rede de distribuição de água não potável. Com o intuito de auxiliar na identificação de tubulações prediais e evitar conexões cruzadas, a cor verde deve utilizada em tubulações de água potável, e a cor roxa para tubulações de água não potável. (**Quadro 1**)

Unidades de controle podem ser integrados ao sistema predial de água não potável como instrumento de alerta visual/sonoro, ou até mesmo como parte de um sistema de automação predial, para auxiliar na gestão predial e monitoramento de desempenho do sistema. Unidades de controle atuam

como instrumentos operacionais capaz de alertar usuários e/ou gestores sobre eventuais falhas no sistema como um todo. Nos sistemas de reúso de águas cinzas, as unidades de controle podem ser utilizadas para monitorar o sistema de tratamento de água. Caso ocorra uma falha no sistema de tratamento, a unidade de controle pode cortar o abastecimento da água não potável automaticamente por meio de uma válvula solenoide, e emitir um sinal de alerta e comunicação ao usuário ou gestor do sistema, evitando, dessa forma a distribuição de água imprópria a pontos de uso.

	COR	NOTAÇÃO MUNSELL	TUBULAÇÃO
	Verde Emblema	2,5G 3/4	Água Potável
	Púrpura Segurança	10P 4/10	Água Não Potável
	Vermelho Segurança	5R 4/14	Combate a Incêndio
	Marrom	7,5YR 3/6	Água Pluvial
	Cinza Médio	N 5,0	Água Cinza
	Preto	N 1,0	Esgotamento Sanitário

Quadro 1: Separação das tubulações de água potável e não potável por cores

5.2 MANUTENÇÃO

Os sistemas de tratamento de águas cinzas são projetados para terem o mínimo de intervenção, de um modo geral apenas a desinfecção é que exige que seja checado, sobretudo quando se trata do processo químico. Fora isso, apenas os filtros neessitam de limpeza em periódica entre 3 a 12 meses, dependendo do tipo de filtro. A recomendação sempre é observar o prazo do fabricante.

COMPONENTES DO SISTEMA	FREQUÊNCIA DE MANUTENÇÃO
Limpeza manual dos filtros	Depende do tipo de filtro, podendo ser semanal ou mensal
Retrolavagem	Checagem anual e limpeza
Desinfecção química	Trimestral ou anual, dependendo do tipo de sistema
Bombas	Anual

Fonte: LEGGETT et al. (2001)

Tabela 5: Frequência de manutenção de sistemas de reúso de águas cinzas

De um modo geral, a maioria dos sistemas não exigem manutenção manual com frequência, porém aqueles que precisam devem oferecer aos usuários um manual de funcionamento que deve incluir:

- Procedimentos de isolamento de emergência;
- Procedimentos de ligar e desligar o sistema;
- O que fazer em caso de acidentes;
- O que fazer em caso de alterar a composição das águas cinzas pelo uso de produtos químicos não cotidianos;
- Como interpretar os indicadores de alarmes;
- Quando e como resolver manutenção e tarefas de rotinas;
- Onde obter os componentes consumíveis;
- SAC - Serviço de atendimento ao consumidor ativo.

Os usuários que instalarem um sistema desses em suas casas devem estar cientes de que alterações foram feitas nas instalações hidráulicas e de como o sistema funciona. Para isso é necessário que a empresa forneça um treinamento prévio aos moradores ou disponibilize um técnico próprio que fique disponível e se responsabilize pela manutenção. Mesmo em caso de treinamento dos próprios moradores ou pessoa indicada pela família para operar o sistema, a empresa deve oferecer um serviço de checagem anual para averiguar a eficiência do sistema, sobretudo para verificar se as atividades biológicas envolvidas no sistema não promoveram uma proliferação de micróbios além do esperado.

5.3 ANÁLISE DE RISCO



A prática do tonel & balde é considerado, pelo governo australiano de baixo risco, pois a água cinza acumulada da máquina de lavar roupas apresenta pequenas quantidades de contaminantes, e seu pequeno volume, acumulado apenas por um dia, não representa risco ao meio ambiente pela contaminação do solo ou corpos hídricos.

O reúso pressurizado de águas cinzas não tratadas podem apresentar um risco à saúde do usuário, como por exemplo, o sistema que faz a extração da água cinza acumulada por meio de uma lavadora de alta pressão conectada a um barril. O contato dos aerossóis gerados pela lavadora de alta pressão nos olhos, boca e nariz do operador pode representar um risco de contaminação. Apesar do sistema apresentar um filtro em malha, o sistema não realiza a desinfecção da água. Uma alternativa, seria a inclusão de um clorador flutuante dentro do barril para a desinfecção da água cinza acumulada. Porém, isso exige, de modo geral, a lavagem do reservatório com hipoclorito de sódio e a troca periódica de pastilhas de cloro no flutuador.

O sucesso do perfeito funcionamento dos sistemas de reúso de águas cinzas dependerá da manutenção do sistema. Uma vez instalado, o sistema torna-se responsabilidade do proprietário do imóvel ou condomínio para garantir que ele seja gerenciado em conformidade com as instruções do fabricante. O proprietário também deve garantir que o sistema de águas cinzas seja mantido em bom estado de funcionamento, em todos os momentos. Qualquer defeito deve ser corrigido tão logo torna-se aparente.

Alguns sistemas de águas cinzas requerem manutenção regular, por exemplo, a limpeza semanal ou substituindo filtros, retirada de lodo, lavagem de reservatórios com hipoclorito de sódio em solução, desinfecção das tubulações

de trechos inoperantes, desvio das águas cinzas dos sistemas de irrigação para o esgoto na estação chuvosa, entre outros.

Os poluentes retidos nos sistemas produzem como resíduo o lodo, que possui um volume de massa variável de acordo com a vazão de efluente que foi tratado. A composição do lodo também é variável e pode possuir matéria orgânica, nutrientes, organismos patogênicos e, também, metais pesados, produtos químicos orgânicos e ainda substâncias tóxicas. Cerca de 80% da sua composição é matéria orgânica e depois do tratamento adequado pode ser utilizado como fertilizante para o solo, também por haver a presença de nutrientes como o fósforo e nitrogênio, importantes na nutrição vegetal. Em geral o lodo seco não é considerado perigoso quanto a transmissão de doenças, porém a presença de ovos de helmintos exigirá um manuseio com mais cuidado. A presença de substâncias tóxicas em quantidades elevadas também não ocorre, uma vez que essas são oriundas de esgotos industriais.

Realização da manutenção (por exemplo, limpeza de filtros, retirada do lodo etc) exige do dono da casa assegurar que a pessoa que desenvolver a atividade tome cuidados básicos como:

- Evitar o contato com a água direto com a pele através do uso de luvas de borracha e roupas de proteção;
- Certificar-se que cortes ou feridas estejam adequadamente protegidas de qualquer contato com as águas cinzas;
- Certificar-se que áreas do corpo que entrem em contato com águas cinzas sejam lavadas imediatamente;
- Orientar para não utilizar a água tratada para lavar rosto, boca ou mãos;
- Orientar para não fumar no local durante a manutenção;
- Não comer até que as mãos sejam lavadas cuidadosamente.

