

MANUAL DE ORIENTAÇÃO PARA O REUSO DE ÁGUA CINZA NO SETOR HOSPITALAR

Laiane Cládila de Lima Gilioti
Maurício Augusto Leite



Esta publicação está disponibilizada gratuitamente no site oficial do ProfÁgua UNESP, no link:

<https://www.feis.unesp.br/#!/pos-graduacao/profagua/livro/livros/>

G474m

Gilioti, Laiane Cládila de Lima

Manual de orientação para o reuso de água cinza no setor hospitalar / Laiane Cládila de Lima Gilioti e Maurício Augusto Leite – São Carlos: RiMa Editora, 2021.

38 p. il. e-book

ISBN: 978-65-88549-27-8

DOI: 10.55333/9786588549278

1. reuso de água. 2. água cinza. 3. setor hospitalar.

I. Autores. II. Título.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradecemos também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua), Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

COMISSÃO EDITORIAL

Dirlene Ribeiro Martins

Paulo de Tarso Martins

Evaldo L. G. Espíndola (USP - SP)

João Batista Martins (UEL - PR)

Michèle Sato (UFMT - MT)

RiMa

Rua Virgílio Pozzi, 81 – Santa Paula

13564-040 – São Carlos, SP

Fone/Fax: (16) 988064652



Apresentação

O Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos vem oferecer, à comunidade, o seu **Manual de Reuso de Água Cinza**, fruto de uma produção individual da dissertação defendida perante banca de membros internos e externos ao programa.

A presente edição tem a função de orientar e oferecer medidas práticas para implantação de um programa de reuso de água nas instituições hospitalares, apoiando-se em outras obras literárias e manuais técnicos de reuso de águas cinzas, consolidando técnicas e definições, bem como tecnologias que possam ser adaptadas em prédios existentes ou inseridos em projetos de novos edifícios.

Este tipo de publicação serve essencialmente como um orientador que não sobrepõe as experiências e ações acumuladas no dia a dia na prática do reuso. Neste sentido, não nos poupamos em ser didáticos, através das inserções ilustrativas, gráficas, históricas, etc.

Dentro do espírito que norteia a elaboração deste conteúdo, apreciá-íamos receber qualquer tipo de comentário, observação, críticas, sugestões pertinentes e fundamentadas que contribuam para o aperfeiçoamento deste manual.



Sobre o ProfÁgua

O ProfÁgua é um programa de pós-graduação stricto sensu em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos recomendado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Ministério da Educação. Coordenado pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, tem por objetivo proporcionar a formação continuada dos profissionais que atuam em órgãos gestores de recursos hídricos (em nível federal, estadual e municipal), agências de água, comitês de bacia hidrográfica ou conselhos de recursos hídricos, seja participando desses órgãos ou submetendo pedidos ou projetos de utilização e controle de recursos hídricos.

Sobre os Autores

Laiane Cládila de Lima Gilioti: Graduação em Engenharia Química, mestranda em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Maurício Augusto Leite: Graduação em Agronomia, mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental e doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental. Atualmente é docente do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP.

Apoio



Agradecimento

Ao Tiago Souza Lemos pela ajuda na formatação inicial deste manual para defesa da dissertação.

Sobre a Santa Casa de Fernandópolis

Inaugurado em 28 de fevereiro de 1956, o Hospital de Ensino Santa Casa de Misericórdia de Fernandópolis é referência na região noroeste paulista, com ampla atuação no atendimento de Urgência, Emergência e Alta Complexidade. É conveniado aos níveis secundários e terciários do Sistema Único de Saúde (SUS), Planos de Saúde e Particulares, dispondo de 126 leitos e 9 consultórios. Estima-se que, mensalmente, haja 577 internações e 4.394 atendimentos ambulatoriais.

Por meio da Portaria Interministerial número 1.635, de 6 de agosto de 2013, e publicada um dia depois no Diário Oficial da União, a Santa Casa de Fernandópolis foi credenciado pelos Ministérios da Educação e da Saúde para atuar como Hospital Ensino, sendo motivo de grande orgulho para Fernandópolis e toda a região.

Palavra do Administrador

“Este estudo traz um novo olhar à nossa Santa Casa, demonstrando que podemos adotar ações que vão beneficiar o meio ambiente e, por conseguinte, nossa comunidade, além de reafirmar nossa qualidade como Hospital de Ensino, que preza pelo desenvolvimento científico e acadêmico em todas as áreas do conhecimento, não somente da saúde.”

Marcus Chaer
Administrador Judicial



Sumário

Introdução	7
Instituições Hospitalares	9
O Que São Águas Cinzas	10
Águas Cinzas Dentro da Lavanderia Hospitalar	11
Higiene Têxtil	12
Lavanderia Hospitalar	12
Processo de Lavagens	12
Reuso de Água	13
Aspectos Legais e Normativos.....	15
Resolução Conjunta SES/SIMA nº 01, de 13 de fevereiro de 2020	16
Resolução COEMA nº 2/2017	17
Resolução Conjunta SVDS/SMS nº 09/2014	18
Proposta de Reuso de Água para Instituições Hospitalares	19
Proposta de Reuso de Água para Instituições Hospitalares – Detalhamento Técnico	20
1 - Avaliação Técnica Preliminar	20
2 - Avaliação da Oferta e Espaço para Reuso	21
3 – Avaliação do Sistema de Reuso	22
Estudo de Caso no Hospital Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Fernandópolis	23
A Instituição... ..	24
Lavanderia da Santa Casa de Misericórdia de Fernandópolis	25
Caracterização das Águas Cinzas Geradas na Lavanderia Hospitalar	26
Qualidade da Água Cinza	27
Definição do Tipo de Reuso e Aplicação	28
Dimensionamento do Sistema de Tratamento	29
Estação de Tratamento de Águas Cinzas	29
Orientação Técnica	31
Rotina de Manutenção	31
Dimensionamento das Valas de Infiltração	32
Modelo da Proposta das Valas de Infiltração	33
Dimensionamento da Área de Implementação	34
Recarga de Aquífero – Resolução Cnrh nº 153/2013	35
Resultados	36
Considerações Finais	36
Referências	37



Introdução

A intensa ocupação do solo tem afetado significativamente as bacias hidrográficas, comprometendo a disponibilidade e a qualidade hídrica. Mesmo o Brasil sendo detentor de boa parte da água doce existente no mundo, sua distribuição é muito desigual, o que se torna um fator limitante no processo de desenvolvimento econômico e social do país.

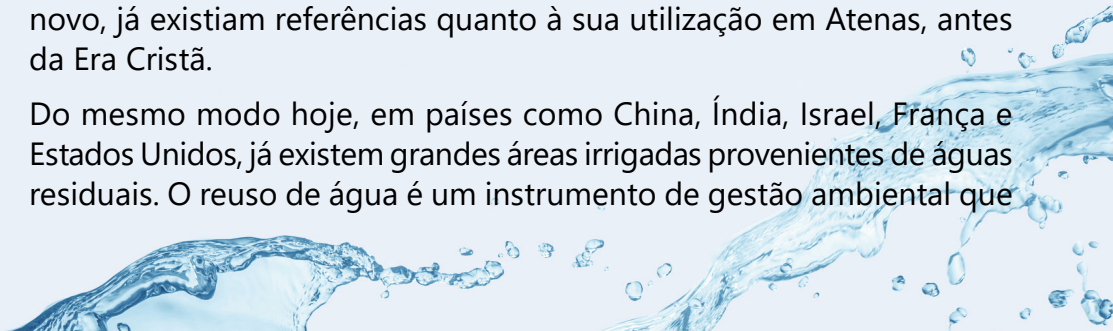
Em face disto, temos uma população ainda crescente e que constantemente busca por incrementos na garantia de maior produtividade e que enfrenta uma crise de abastecimento de água potável nos centros urbanos, com grandes desafios de preservação ligados ao esgotamento das águas superficiais e subterrâneas, principalmente em função do uso indiscriminado e a exploração elevada em algumas bacias hidrográficas.

Esquecemo-nos quase sempre de considerar que a água de diluição está cada vez menor e que os rios apresentam baixa capacidade de autodepuração com o lançamento de efluentes. Mesmo que devidamente tratados e dentro dos padrões legais, comprometem a vida do rio.

Todas essas situações invariavelmente mostram a necessidade de um sistema de gerenciamento efetivo, que traga instrumentos ou mecanismos que auxiliem o melhor emprego e resultado.

Uma das ações de gestão no Brasil é colocar o tema da água sob nova perspectiva: em vez de captar, utilizar e descartar no meio ambiente, por que não utilizá-la e reutilizá-la mais de uma vez? Este não é um conceito novo, já existiam referências quanto à sua utilização em Atenas, antes da Era Cristã.

Do mesmo modo hoje, em países como China, Índia, Israel, França e Estados Unidos, já existem grandes áreas irrigadas provenientes de águas residuais. O reuso de água é um instrumento de gestão ambiental que





agrega novas tecnologias para sua utilização e está disposto na Política Nacional de Recursos Hídricos.

Em termos legais é classificado segundo os usos preponderantes, ou seja, quando reciclada existe uma variedade de aplicação em áreas urbanas, agrícolas, industrial, e seus parâmetros de qualidade são estabelecidos com o potencial de reuso.

Não é menos verdade que o reuso de águas é uma das alternativas para garantir a oferta/demanda. Uma forma que pode ser atraente seria o reuso e infiltração de água no solo nas instituições hospitalares, visto que, além do potencial de águas cinzas gerado, também tem potencial para reduzir a pressão sobre os mananciais, possibilitar o gerenciamento sustentável dos recursos hídricos, promover a racionalização do uso da água e ainda contribuir para o aumento da produtividade.

Em termos gerais, é preciso conservar a água de boa qualidade para usos mais nobres. Nossa população tem de desmistificar as inseguranças perante o potencial que é o reuso e aumentar a consciência ambiental, afinal, pelo caminho que estamos tomando, mais dia, menos dia, nossos recursos naturais serão escassos em muitas regiões, exigindo uma reavaliação dos mecanismos de gestão de recursos hídricos nas mais diversas atividades.





Instituições Hospitalares

A sustentabilidade na área da saúde faz com que os hospitais planejem a segurança hídrica tratando tanto estruturalmente quanto da conscientização de seus trabalhadores. Desse modo, para a implementação de um programa de reuso de água, torna-se necessário conhecer o consumo, que varia por tipologia de edificação. Por exemplo¹:

- ♦ o consumo hídrico para prédios sem lavanderia, na média, é de 500 litros/leito/dia;
- ♦ o consumo hídrico para prédios com lavanderia, 750 litros/leito/dia.

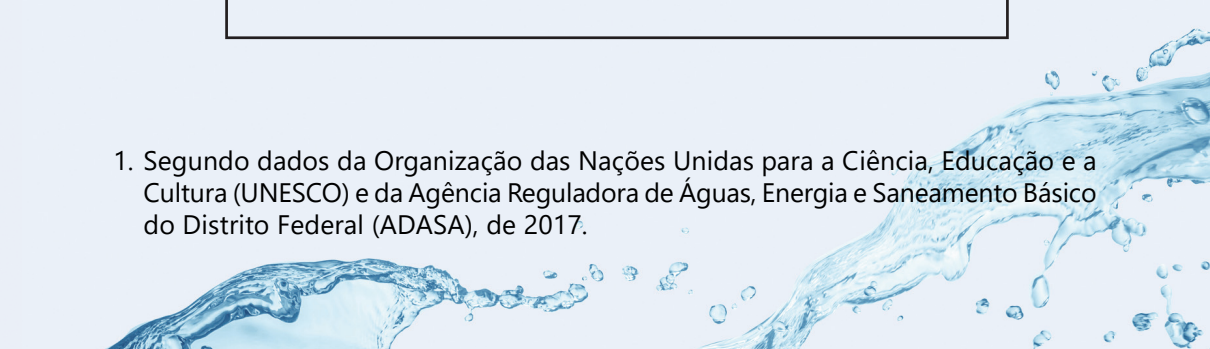
Para o lançamento dos efluentes hospitalares, a Resolução CONAMA nº 358/2005 estabelece as condições e padrões de lançamento para a rede pública de esgoto.

Conheça



Santa Casa de Fernandópolis, consumo médio/mês de 2.637,84 m³.

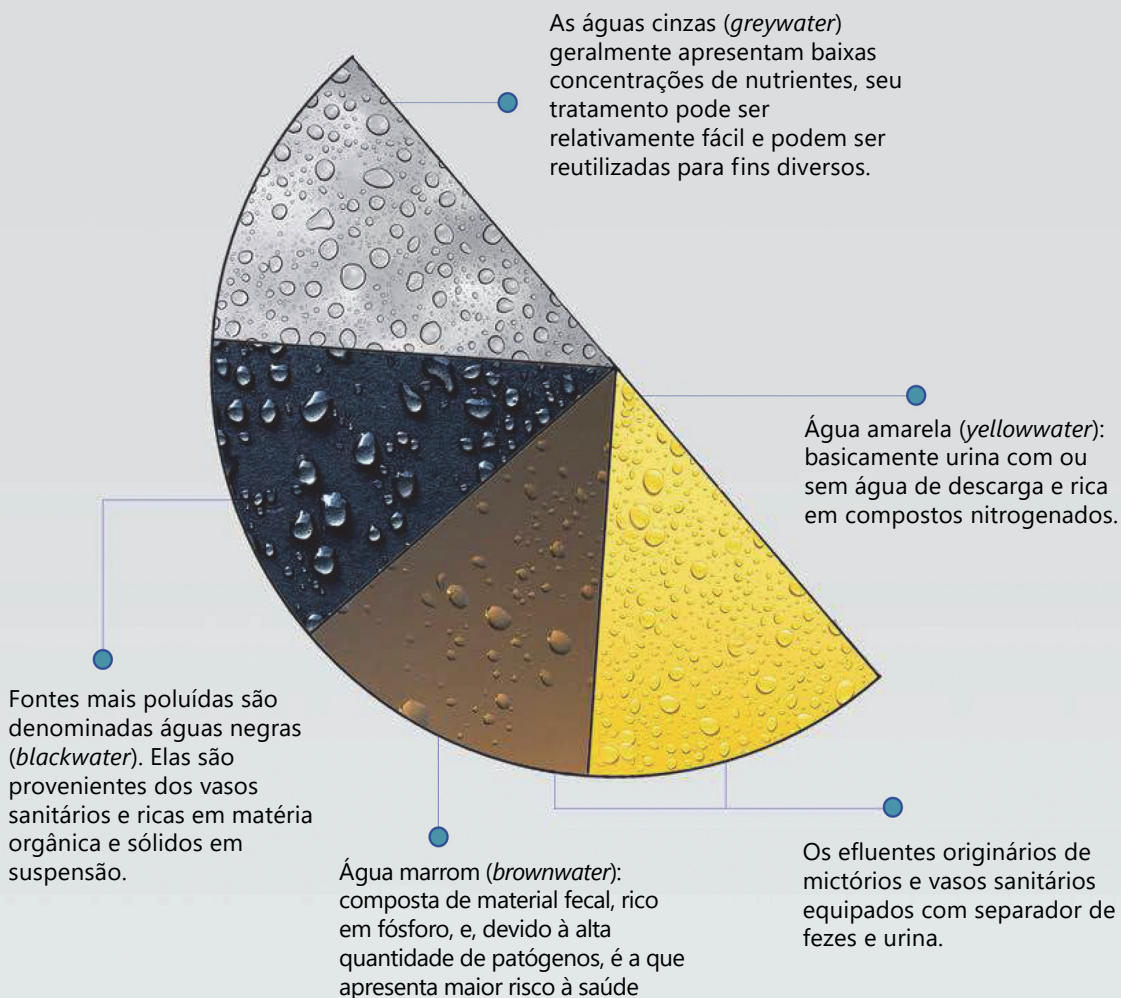
1. Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Ciência, Educação e a Cultura (UNESCO) e da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA), de 2017.



O Que São Águas Cinzas

As águas cinzas incluem as águas residuais de banheiras, chuveiros, banheiros, lavatórios, lavadoras de roupas e lavanderias.

Por serem menos poluídas que as águas negras, esse tipo de efluente tem recebido uma importância maior no sentido de reciclagem ou reutilização. Elas geralmente são compostas de sabões, devido ao residual de produtos para limpeza e lavagem em geral, e apresentam maiores aplicações no Brasil e no mundo para fins não potáveis (RAPOPORT, 2004).

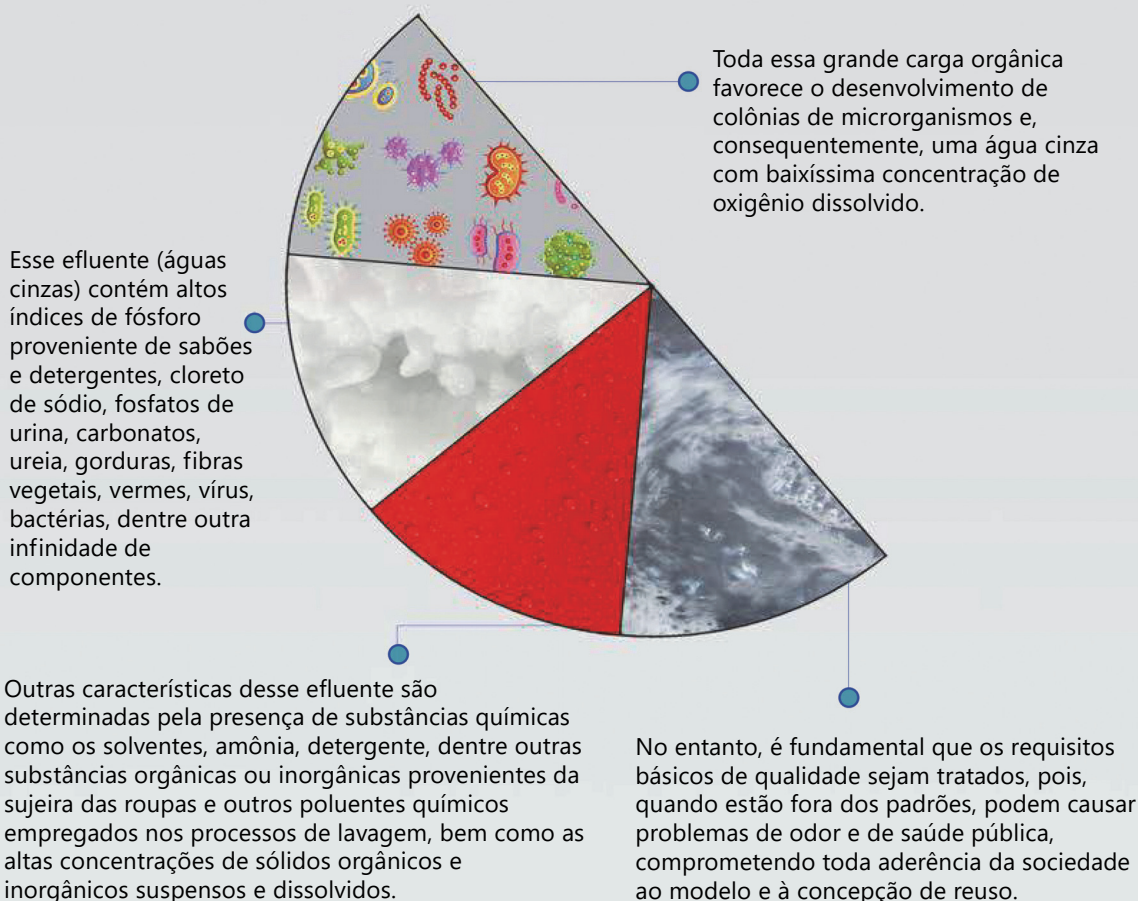


Águas Cinzas Dentro da Lavanderia Hospitalar

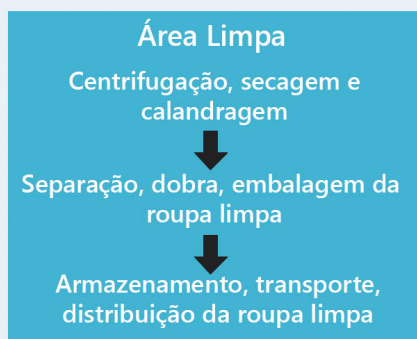
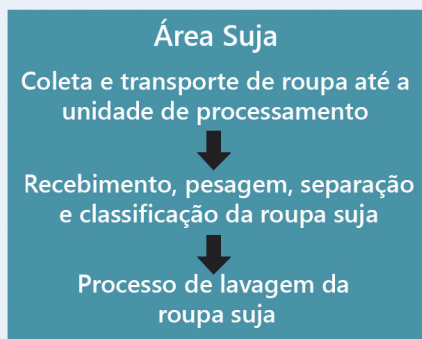
A lavanderia hospitalar pode ser assim definida:

É uma área destinada ao processamento de roupas e que influencia diretamente na segurança e conforto do paciente, do trabalhador, bem como da qualidade de assistência à saúde. A eficiência do funcionamento deste setor contribui diretamente no controle de infecções hospitalares (ARSEGO et al., 2008; BUONO, 2018).

As sujidades mais esperadas nas roupas hospitalares são traços de sangue, fezes, urina, secreções, medicamentos e outras provenientes do uso não correto em algumas atividades, como, por exemplo, graxa, polimento, cola de adesivos, etc.



Lavanderia Hospitalar

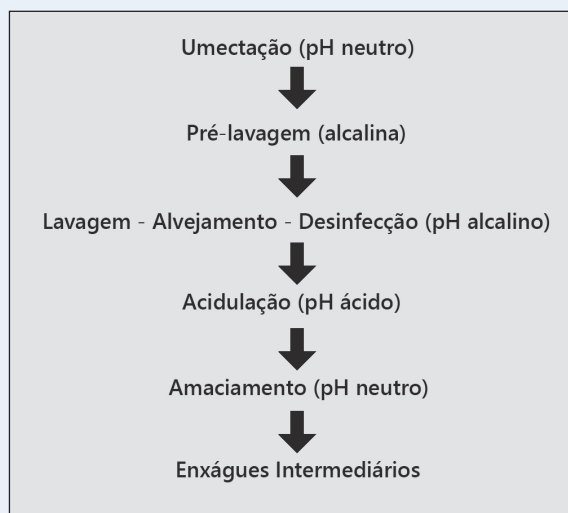


Processo de Lavagens

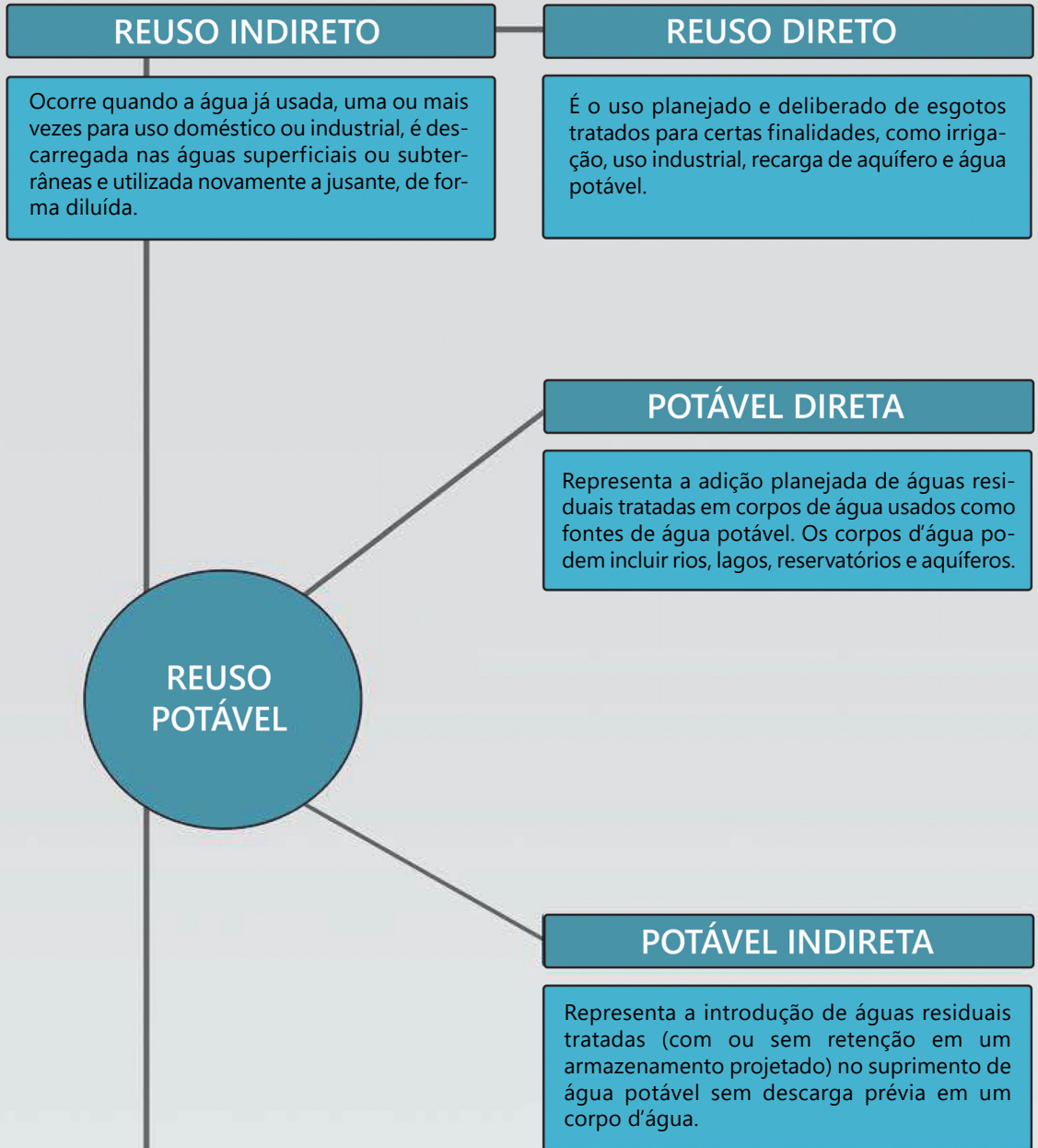
Um bom sistema de processamento opera com uma sequência de atividades ordenadas através de ação mecânica, temperatura, dosagem de produtos químicos e tempo de contato. Além de promover a remoção de sujidade, desinfeta as roupas, preservando as características do tecido e proporcionando um trabalho seguro, eficiente e econômico.

Higiene Têxtil

Na linha de produtos saneantes, as principais características dos produtos utilizados no processamento de roupas são:



Reuso de Água



Fonte: WHO (1973)

REUSO
NÃO
POTÁVEL

The diagram consists of a central blue circle at the top with the text 'REUSO NÃO POTÁVEL'. A vertical line descends from the bottom of this circle. To the right of the circle, the main title 'Reuso de Água' is displayed. Below the circle, there are two columns of boxes. The left column contains three boxes: 'PARA FINS DOMÉSTICOS', 'AQUICULTURA', and 'MANUTENÇÃO DE VAZÕES'. The right column contains three boxes: 'PARA FINS AGRÍCOLAS', 'PARA FINS INDUSTRIAIS', and 'PARA FINS RECREACIONAIS'. At the bottom, a wide yellow box is labeled 'REUSO PARA RECARGA DE AQUÍFEROS'. Each box contains a brief description of that specific reuse application.

PARA FINS DOMÉSTICOS

São considerados aqui os casos de reuso de água para rega de jardins residenciais, para descargas sanitárias, reserva de incêndio, lavagem de automóveis e pisos.

AQUICULTURA

Consiste na produção de peixes e plantas aquáticas visando à obtenção de alimentos e/ou energia, utilizando-se os nutrientes presentes nos efluentes tratados.

MANUTENÇÃO DE VAZÕES

A manutenção de vazões de cursos de água promove a utilização planejada de efluentes tratados, visando a uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras a eles carregadas, incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima na estiagem.

Reuso de Água

PARA FINS AGRÍCOLAS

Esta modalidade de reuso tem como subproduto a recarga do lençol subterrâneo, porém o objetivo principal desta prática é a irrigação de plantas alimentícias, tais como árvores frutíferas, cereais, etc., e de plantas não alimentícias, tais como pastagens e forrações.

PARA FINS INDUSTRIAIS

Abrange os usos industriais de refrigeração, águas de processo, para utilização em caldeiras, limpeza, etc. Pode-se considerar alguns usos comerciais, tais como a lavagem de veículos.

PARA FINS RECREACIONAIS

Classificação reservada à irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes, parques, gramados e para enchimento de lagoas ornamentais, recreacionais, etc. Em áreas urbanas pode-se considerar ainda a irrigação de parques públicos, áreas ajardinadas, árvores e arbustos ao longo de rodovias, chafarizes e espelhos d'água.

REUSO PARA RECARGA DE AQUÍFEROS

A recarga visa ao aumento da disponibilidade e armazenamento de água, bem como para controlar a salinização de aquíferos costeiros e controlar a subsidência de solos. Pode-se dar de forma direta, através da injeção sob pressão, ou de forma indireta, utilizando-se águas superficiais que tenham recebido descargas de efluentes tratados a montante.



Aspectos Legais e Normativos

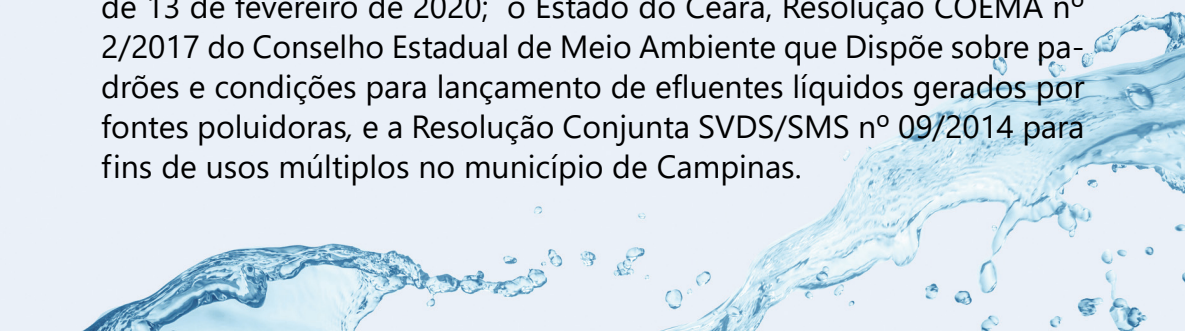
Um dos principais marcos sobre a gestão das águas é reconhecendo-a como um bem de domínio público, como um recurso natural limitado dotado de valor econômico e gerido de forma descentralizada com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades na bacia hidrográfica.

Nesse processo de institucionalizar e regulamentar a utilização dos recursos hídricos, o principal objetivo é garantir uma relação harmônica entre a sociedade e a preservação ambiental, além de permitir um melhor equilíbrio entre os vários segmentos dos setores econômicos e a disponibilidade hídrica.

O ponto de partida são as ações por meios legais, como a Constituição de 1988, que estabeleceu a dominialidade dos recursos hídricos. Neste sentido, outra importante contribuição veio com a Lei nº 9.433/97, que instituiu o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e estabeleceu os instrumentos de gerenciamento.

Em síntese, no Brasil ainda não há uma uniformização de parâmetros e padrões, proporcionando a qualidade físico-química e microbiológica das águas para a prática do reuso, porém essa estratégia de gestão ganha cada vez mais destaque, particularmente em grandes cidades, onde se encontram as principais iniciativas.

Destacam-se algumas ações relacionadas ao reuso de água não potável em dois estados que regulamentaram as atividades em seu território: o Estado de São Paulo, por meio da Resolução Conjunta SES/SIMA nº 01, de 13 de fevereiro de 2020; o Estado do Ceará, Resolução COEMA nº 2/2017 do Conselho Estadual de Meio Ambiente que Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, e a Resolução Conjunta SVDS/SMS nº 09/2014 para fins de usos múltiplos no município de Campinas.

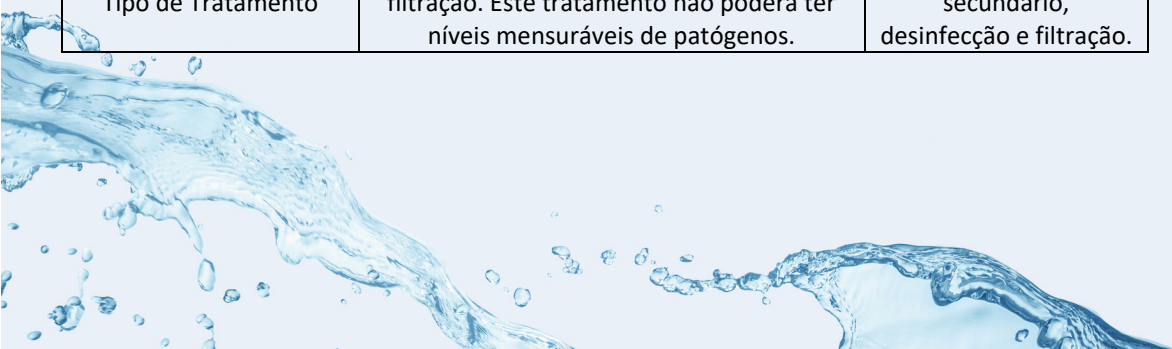


Resolução Conjunta SES/SIMA nº 01, de 13 de fevereiro de 2020

Disciplina o reuso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de estações de tratamento de esgoto sanitário e dá providências correlatas.

Quadro 1 – Padrões de qualidade e do monitoramento.

Padrões de Qualidade		Categorias de Reuso	
Parâmetro	Unidade de Medida	Uso com Restrição moderada	Uso com restrição severa
pH	-	6 a 9	6 a 9
DBO 5,20	mg/L	≤ 10	≤ 30
Turbidez	UNT	≤ 2	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	(1)	< 30
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	Não detectável	< 200
Ovos Helminthos	Ovo/L	< 1	1
Cloro Residual Total (CRT)	mg/L	< 1	< 1
Condutividade Elétrica	dS/m	< 0,7	< 3,0
RAS	-	< 3	3-9
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	< 450	< 2.000
Cloreto	mg/L	< 106	< 350
Boro	mg/L	< 0,7	< 2,0
Distância de Precaução	m	70 m para poços de captação de água potável	
Tipo de Tratamento	Tratamento secundário, desinfecção e filtração. Este tratamento não poderá ter níveis mensuráveis de patógenos.		Tratamento secundário, desinfecção e filtração.



Resolução COEMA nº 2/2017

Define os parâmetros para utilização de efluentes nas modalidades pretendidas já definidas na Lei Estadual nº 16.033/2016, além de estabelecer diretrizes e critérios para a gestão das águas.

Quadro 2 – Parâmetros de reuso por modalidades de aplicação.

Reuso externo de efluentes sanitários para fins urbanos		
Coliformes Termotolerantes	até 5.000 CT/100 mL	
Ovos Helmintos	até 1ovo/L de amostra	
Condutividade Elétrica	até 3000 µS/cm	
pH	entre 6,0 e 8,5	
Reuso para fins de irrigação paisagística		
Coliformes Termotolerantes	até 1.000 CT/100 mL	
Reuso externo de efluentes sanitários para fins agrícolas e florestais		
Culturas a serem consumidas cruas cuja parte consumida tenha contato direto com a água de irrigação		Demais culturas
Coliformes Termotolerantes	Não Detectado – ND	até 1000 CT/100 mL
Ovos de Helmintos	Não Detectado – ND	até 1 ovo helmintos/L de amostra
Condutividade Elétrica	até 3000 µS/cm	até 3000 µS/cm
pH	entre 6,0 e 8,5	entre 6,0 e 8,5
Razão de Adsorção de Sódio	RAS: (15 mmolL ⁻¹) ^{1/2}	
Reuso externo de efluentes sanitários para fins ambientais		
Coliformes Termotolerantes	até 10.000 CT/100 mL	
Ovos Helmintos	até 1 ovo/L de amostra	
Reuso externo de efluentes sanitários para aquicultura		
Coliformes Termotolerantes	até 1000 CT/100 mL	
Ovos Helmintos	ND/L de amostra	
Condutividade Elétrica	até 3000 µS/cm	
pH	entre 6,0 e 8,0	
Temperatura	até 40º C	

Resolução Conjunta SVDS/SMS

nº 09/2014

Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para o reuso direto não potável de água, proveniente de estações de tratamento de esgoto (ETEs) de sistemas públicos para fins de usos múltiplos.

Quadro 3 – Padrões de qualidade destinados ao reuso de Classe A e B.

PADRÕES DE CLASSE A	
Parâmetros	Valor Máximo Permitido
Coliformes Termotolerantes ou <i>E. coli</i>	100 NMP (UFC /100mL)
Turbidez	1 NTU
DBO 5,20	5 mg/L
Sólidos em Suspensão Totais	5 mg/L
Cloreto Total	250 mg/L
Sódio	200 mg/L
Cloro Residual Total (após 30 minutos de tempo de contato)	Mínimo de 1,5 mg/L
Cloro Residual Livre (após 30 minutos de tempo de contato)	Mínimo de 1,0 mg/L
PADRÕES DE CLASSE B	
Parâmetros	Valor Máximo Permitido
Coliformes Termotolerantes ou <i>E.coli</i>	200 NMP (UFC/100 mL)
<i>Giardia e Criptosporidium</i>	0,05 cistos ou oocistos/L
<i>Ovos de Helminto</i>	< 1 ovo/L
Turbidez	5 NTU
DBO 5,20	30 mg/L
Sólidos em Suspensão Totais	30 mg/L
Cloreto Total	250 mg/L
Sódio	200 mg/L
Cloro Residual Total (após 30 minutos de tempo de contato)	Máximo de 3,0 mg/L
Cloro Residual Livre (após 30 minutos de tempo de contato)	Máximo de 2,0 mg/L





Proposta de Reuso de Água para Instituições Hospitalares

A metodologia para a implementação de um sistema de reuso de água está estruturada em três etapas, cujo detalhamento é considerado na melhor otimização desse recurso, dentro dos conceitos de viabilidade técnica, e nas principais ações de um plano de gestão hídrico:

Etapas

Principais Atividades

1

**Avaliação
Técnica
Preliminar**



- ◆ Levantamento de dados;
- ◆ Avaliação da demanda de água na instituição e dos volumes gerados na lavanderia;
- ◆ Identificação dos níveis de qualidade das águas cinza.

2

**Avaliação da
Oferta e
Espaço**



- ◆ Avaliação da oferta de água cinza;
- ◆ Definição de tipo de reuso e aplicação;
- ◆ Delimitação da área de reuso.

3

**Avaliação do
Sistema de Reuso**

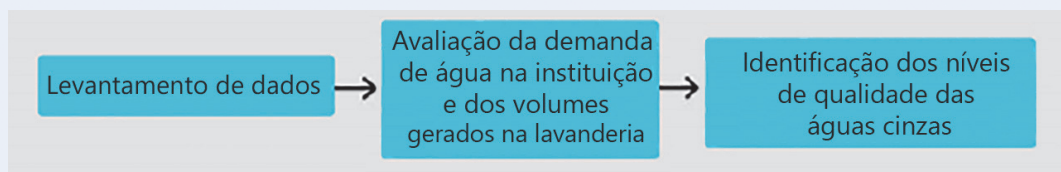


- ◆ Especificações técnicas.



Proposta de Reuso de Água para Instituições Hospitalares – Detalhamento Técnico

1 - Avaliação Técnica Preliminar



Levantamento de dados

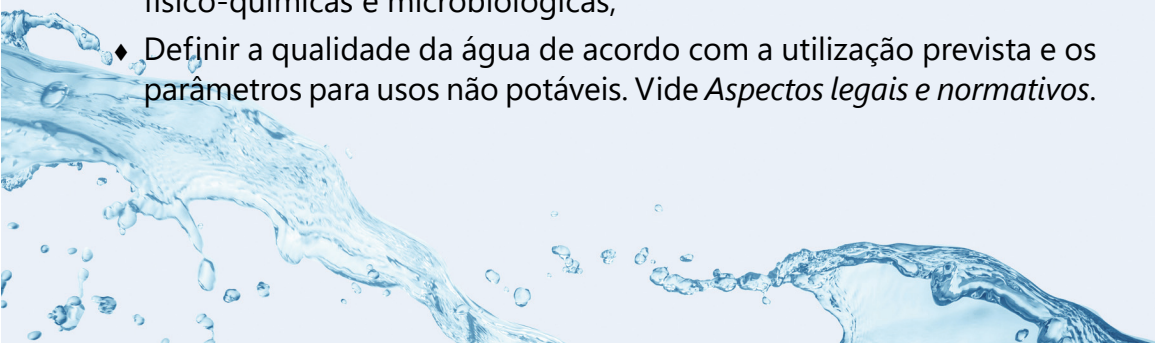
- ♦ Conhecimento sobre a rotina da lavanderia;
- ♦ Histórico do consumo de água;
- ♦ Especificação dos equipamentos/sistemas;
- ♦ Descrição de planos e programas futuros, referentes à expansão e reformas.

Avaliação da demanda de água na lavanderia

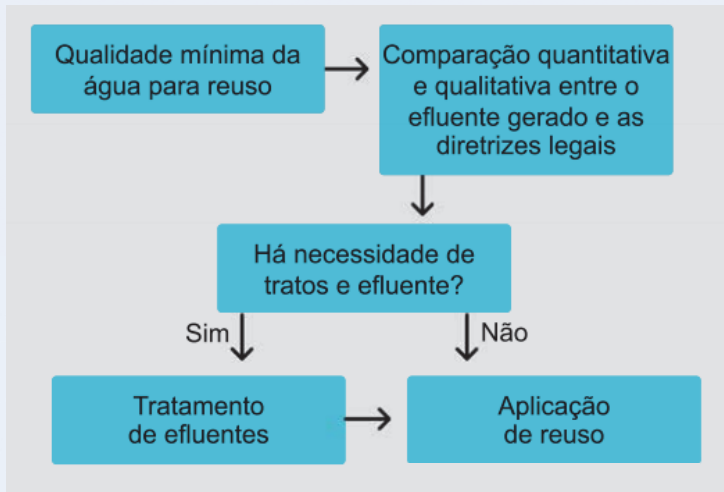
- ♦ Definir quais máquinas lavadoras serão monitoradas para dimensionamento do consumo de água;
- ♦ Adequar componentes e equipamentos hidráulicos para segregação das águas de reuso.

Determinação da qualidade das águas cinzas

- ♦ Caracterizar a qualidade da água por meio de amostragem e análises físico-químicas e microbiológicas;
- ♦ Definir a qualidade da água de acordo com a utilização prevista e os parâmetros para usos não potáveis. Vide *Aspectos legais e normativos*.



2 - Avaliação da Oferta e Espaço para Reuso



Avaliação da oferta de água cinza

- ♦ Quantificação do volume de água cinza com potencial de reuso: Integral ou Parcial.

Definição de tipo de reuso e aplicação

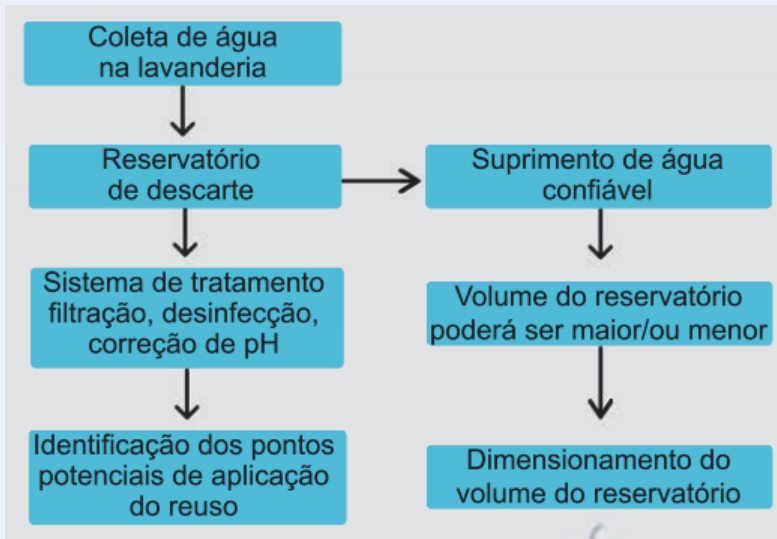
- ♦ Definir metodologia de tratamento de acordo com os usos preponderantes;
- ♦ Direcionar os efluentes para um sistema de tratamento e posteriormente as áreas de reuso;

Delimitação da área de reuso

- ♦ Determinar o volume de reuso conforme a capacidade institucional e orientação técnica;
- ♦ Analisar a disponibilidade de área para construção do sistema de tratamento e a possibilidade de duplicação da rede hidráulica.



3 – Avaliação do Sistema de Reuso

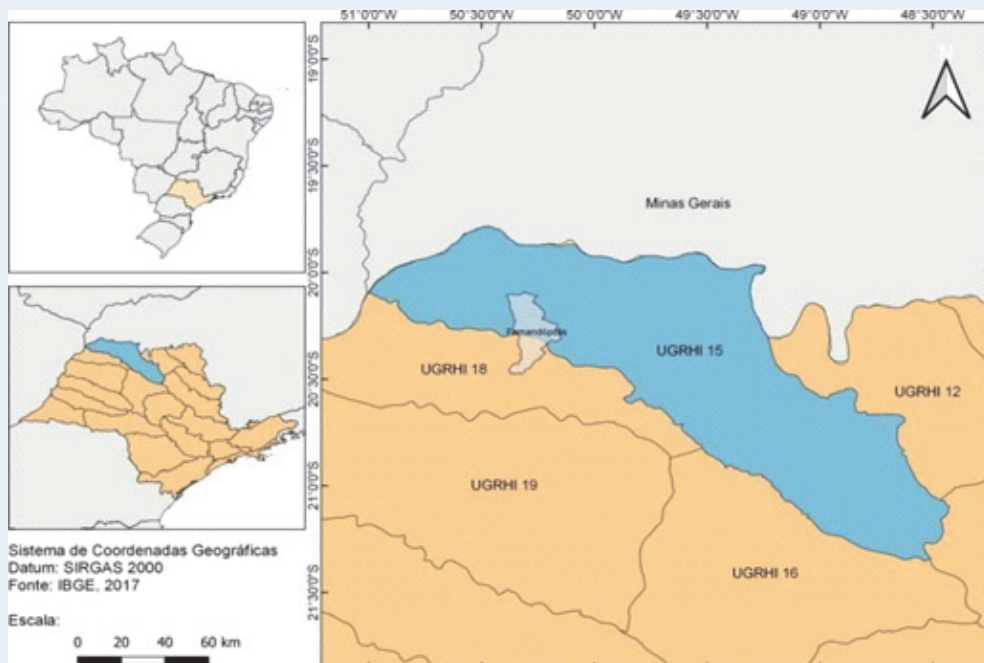


Especificações técnicas

- ♦ Dimensionar o reservatório para retenção temporária do descarte de água cinza coletada na lavanderia;
- ♦ Definir o sistema de tratamento com base na qualidade da água coletada, seu destino e espaço de implantação;
- ♦ Definir tipo de monitoramento de qualidade do efluente.



Estudo de Caso no Hospital Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Fernandópolis



Fonte: Adaptado de IBGE (2017).

O hospital está instalado em Fernandópolis, município localizado no noroeste do Estado de São Paulo, a 555 quilômetros da capital, a 80 quilômetros da divisa com Minas Gerais e a 85 quilômetros da divisa com Mato Grosso do Sul. O município está inserido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI 15 Turvo Grande) entre três sub-bacias: Ribeirão Santa Rita, Água Vermelha/Pádua Diniz e Ribeirão do Marinheiro

Com relação aos recursos hídricos, na região noroeste do Estado de São Paulo, as diversas aglomerações na UGRHI 15 elevaram as concentrações de captações subterrâneas. Tal situação alcançou o montante de 18,78 m³/s de volume outorgado na bacia do rio Turvo Grande, sendo 57,6% relativo a fontes superficiais e 42,4% subterrâneas.

Em 2017, o volume total outorgado na bacia aumentou 7,49%, em decorrência do aumento de 14,5% no volume outorgado de água subterrânea, com aumento contínuo desde 2011. A vazão outorgada subterrânea, em relação às reservas exploráveis, em 2015, foi de 46,7%, e em 2017 foi de 61,3%, sendo considerada crítica pelos valores de referência.

A Instituição...

Graças à sua localização, o Hospital de Ensino Santa Casa de Misericórdia de Fernandópolis é referência na região noroeste paulista, com ampla atuação no atendimento de Urgência, Emergência e Alta Complexidade.



Arquivo pessoal dos autores (2020).



Arquivo pessoal dos autores (2020).

Toda a água utilizada na Santa Casa provém de dois poços localizados próximos à lavanderia. Cada um fornece uma vazão média de 1.521,84 m³/mês (poço 1) e de 1.116,00 m³/mês (poço 2), e abastecem toda unidade.



Arquivo pessoal dos autores (2020).



Arquivo pessoal dos autores (2020).

Lavanderia da Santa Casa de Misericórdia de Fernandópolis

Processos de lavagem

O funcionário encarregado da lavagem dos tecidos realiza a segregação por sujidade aparente e classifica os processos de lavagens em:

- ♦ **Processo de Lavagem Leve:** Roupas utilizadas por funcionários, alguns lençóis e fronhas que têm apenas suor, como os cobertores, roupas claras e tapetes, sem nenhuma sujidade aparente no tecido.
- ♦ **Processo de Lavagem Pesado:** Roupas que possuem pouca presença de fluidos corpóreos, como vômito, fezes, sangue, pus, urina, manchas, etc. É indicado para as roupas que possuem média sujidade no tecido. Em sua maioria são uniformes do centro cirúrgico e/ou roupas que necessitam de lavagem para eliminação de manchas.
- ♦ **Processo de Lavagem Superpesado:** Roupas que possuem grande presença de fluidos corpóreos, como vômito, fezes, sangue, pus, urina, manchas, etc. Indicado para as roupas brancas, com grande quantidade de matéria orgânica residual, como lençóis, compressas e uniformes.

Consumo de água na lavanderia

O consumo de água na lavanderia ocorre em três níveis de volume:

- ♦ Nível baixo, com 200 litros de água por enxágue;
- ♦ Nível médio, com 300 litros de água por enxágue;
- ♦ Nível alto, com 400 litros de água por enxágue.

	Lavagem Leve	Lavagem Pesada	Lavagem Superpesada
Quantidade de lavagens/mês	162	48	117
Volume de água gasto/mês	307.800 litros	192.000 litros	514.800 litros
Total geral 1.014.600 litros – 1.014,6 m ³ mês			

ATENÇÃO: Em casos em que a roupa venha com muita sujeira orgânica, são realizados alguns enxágues manuais em nível alto antes de iniciar o processo. Desta forma, o volume de água pode sofrer alterações, dependendo do fluxo de atendimento hospitalar.

Caracterização das Águas Cinzas Geradas na Lavanderia Hospitalar

Para a realização das análises físicas, químicas e bacteriológicas, foram feitas coletas em um único ponto na entrada da rede de esgoto, pois ela recebia o resíduo das três lavadoras.



Arquivo pessoal dos autores (2020).



Arquivo pessoal dos autores (2020).



Arquivo pessoal dos autores (2020).



Arquivo pessoal dos autores (2020).

De cada processo de lavagem citado anteriormente, foram coletadas três amostras, e nos níveis de água mais elevados, por se considerar que assim se gera um maior volume de efluente e, portanto, mais diluído.

As amostras foram refrigeradas e levadas em recipientes apropriados para o laboratório acreditado ABNT NBR ISO/IEC 17025 e certificação NBR ISO 14001:2015 e 45001:2018.

Qualidade da Água Cinza

Os parâmetros considerados nas análises da água cinza foram os dispostos nas Resoluções Conjuntas SES/SIMA N°01 de 13 de Fevereiro de 2020 (Reuso Restrito) e SVDS/SMS N°09/2014 (Classe B). Para a infiltração da água cinza foram utilizados os valores de referência do trabalho de RAYIS (2018).

A Tabela a seguir apresenta os resultados mais relevantes para este Manual de Reuso e o atendimento à legislação. No entanto, no trabalho de GILIOTI 2020, as análises das águas cinzas foram realizadas em 40 parâmetros, sendo 17 físico-químicos, 12 metais, 6 íons e 5 microbiológicos, fornecendo uma visão mais completa do efluente da lavanderia hospitalar.

Tabela 1 Valores da água cinza da Santa Casa de Misericórdia de Fernandópolis e o atendimento às legislações para reuso e parâmetros para infiltração.

Parâmetros	Lavagem leve	Lavagem Pesada	Lavagem Super Pesada	Legislação 1: Reuso Restrito	Legislação 2: Classe B	Rayis, 2018
Cloro Residual Total (mg/L)	6,52	10,82	0,22	Atende Parcialmente	Atende Parcialmente	
Condutividade Elétrica (µS/cm)	506	9,06	10,36	Atende	ND	
DBO (mg/L)	< LQ	2,3	9,6	Atende	Atende	Atende
pH	7,5	9,1	10,0	Atende Parcialmente	-	
Sólidos Susp. Totais (mg/L)	< LQ	< LQ	30	Atende	Atende	Atende
Turbidez (NTU)	24	25	40	ND	Não atende	
Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL)	< LQ	< LQ	1,9 X 10 ⁴	Não atende	Não atende	
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)	< LQ	< LQ	1,2 X 10 ³	Não atende	Não atende	Atende parcialmente
<i>Cristosporidium</i>	< LQ	< LQ	< LQ	ND	Atende	
<i>Giardia</i> (cistos/L)	< LQ	< LQ	< LQ	ND	Atende	

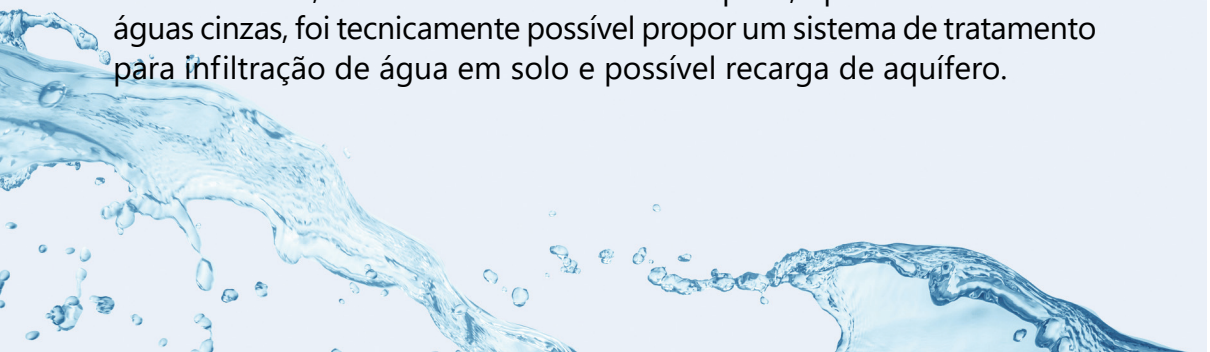
Tabela 1 Valores da água cinza da Santa Casa de Misericórdia de Fernandópolis e o atendimento às legislações para reuso e parâmetros para infiltração (*continuação*).

Parâmetros	Lavagem leve	Lavagem Pesada	Lavagem Super Pesada	Legislação 1: Reuso Restrito	Legislação 2: Classe B	Rayis, 2018
Ovos viáveis de Helmintos (ovo/L)	< LQ	< LQ	< LQ	Atende	Atende	
Nitrato (mg/L)	6,84	7,95	-	ND	ND	Atende
Cloreto (mg/L)	20,5	18,5	17,6	Atende	Atende	
Legislação 1- Resolução Conjunta SES/SIMA Nº01 de 13/02/2020: No Brasil, não há uma legislação específica para água de reuso que garanta qualidade para as diferentes possibilidades de destinação, no entanto a resolução de São Paulo utilizada, carece de um número maior de parâmetros definidos para garantir qualidade e segurança na prática do reuso proposto. Para os critérios de íons não é disponível nenhuma informação.						
Legislação 2 - Resolução Conjunta SVDS/SMS Nº09/2014: Ainda avaliando as legislações por regiões brasileiras, na cidade de Campinas (interior SP) , essa lei sinaliza outros parâmetros, porém ainda é necessário uma regulamentação posterior. Para os critérios de íons não é disponível nenhuma informação.						
Parâmetro infiltração - Rayis, 2018: Os íons Cloreto e Nitrato se correlacionam fortemente um com o outro (alta solubilidade e saturação desde ânions no solo), por isso, ao recomendar a recarga artificial são mandatórios sua análise. Neste caso recorreu-se à literatura para conhecimento dos parâmetros de referência. Em termos legais há ausência de referências específicas para esta prática.						

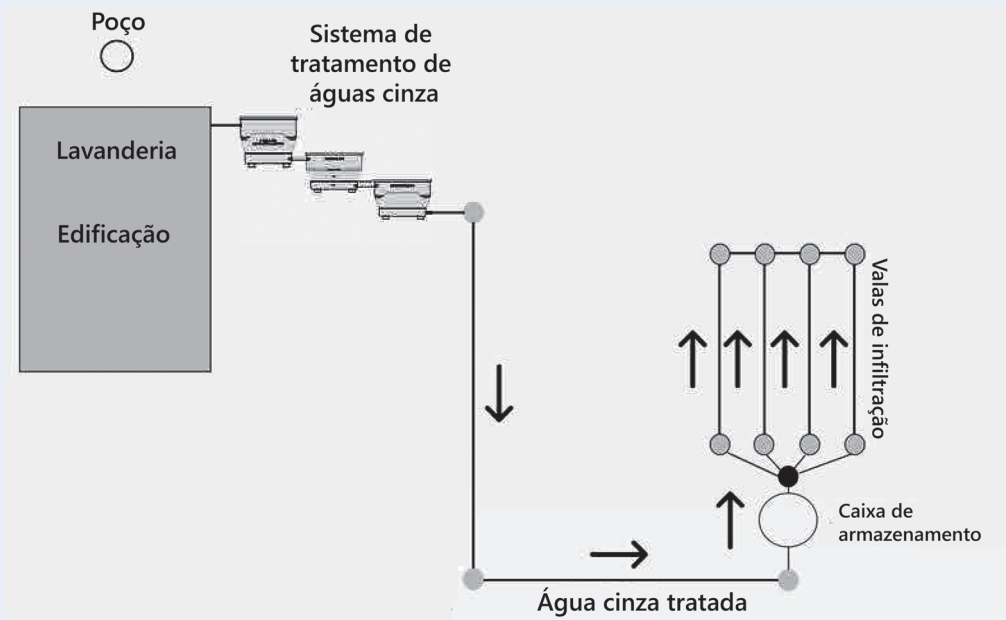
Definição do Tipo de Reuso e Aplicação

Considerando que a disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica de estudo encontra-se crítica devido ao aumento de captações superficiais e subterrâneas segundo o Relatório de Situação (2018), esse grau de alerta vem como um dos pontos fortes da proposta de reuso, pois permite adaptar a gestão e a economia circular de água às particularidades de cada bacia hidrográfica e da instituição de saúde.

Neste sentido, na Santa Casa de Fernandópolis, após as análises das águas cinzas, foi tecnicamente possível propor um sistema de tratamento para infiltração de água em solo e possível recarga de aquífero.



Dimensionamento do Sistema de Tratamento



Elaborado pelos autores (2020).

Esta proposta incluirá uma tubulação de entrada para o efluente da lavanderia e um tanque de armazenamento. Logo em seguida, um medidor de vazão será instalado para controlar o fluxo que, por ação da gravidade, seguirá para um tratamento primário.

Iniciado o processo de filtração e remoção da matéria orgânica, o fluxo do efluente será liberado para a desinfecção por meio da dosagem de hipoclorito de sódio. Esse método de desinfecção consiste em um sistema quantitativo, com uma bomba dosadora e um tanque de armazenamento. Partindo do efluente tratado, a água de reuso será enviada para as valas de infiltração no solo.

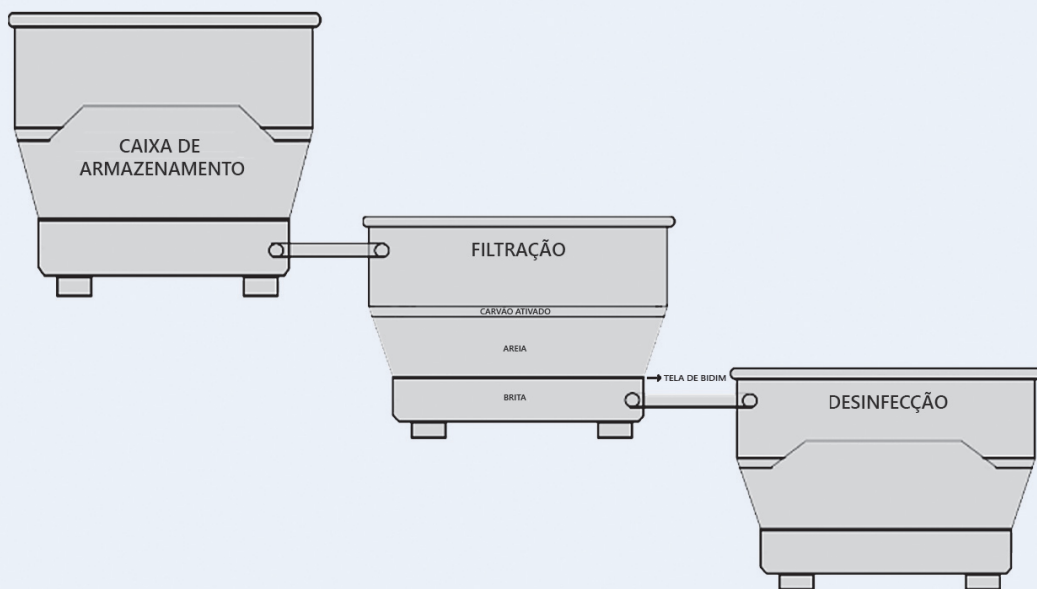
Estação de Tratamento de Águas Cinzas

Caixa de Armazenamento: Considerando o volume diário de águas cinzas gerado, foi necessário um reservatório ligado por dutos comunicantes ao sistema de saída da lavanderia e à entrada da filtração.

Sistema de Filtração: Para o sistema, optou-se por um tratamento de água cinza retida em modo de fluxo descendente (por ação da gravidade, a água escoará pelo meio filtrante). O meio filtrante consistirá em

uma camada de brita ou seixos. Depois, a aplicação de uma tela de Bidim evitará que ocorra a mistura de um meio com o outro (brita/carvão). Posteriormente, uma camada de areia e carvão ativado.

Desinfecção: Para realizar a desinfecção das águas cinzas, o sistema proposto foi automatizado com o auxílio de uma bomba dosadora, que envia a dosagem de hipoclorito de sódio na quantidade necessária para a desinfecção, como já ocorre, na instituição, no tratamento de água dos poços. O cloro residual permanecerá com uma concentração de pelo menos 0,5 mg/L, conforme determina a ABNT NBR:13969, 1997.



Elaborado pelos autores (2020).



Orientação Técnica

Para a realização de um projeto de reuso de água cinza é imprescindível a contratação de um profissional habilitado, com competência e atribuição técnica, para elaborar as etapas de planejamento, acompanhamento, implantação e execução. Além disso, o dimensionamento de um sistema de reuso de água cinza necessita estar em acordo com a legislação estadual ambiental vigente, códigos municipais e normas ABNT.

Rotina de Manutenção

Recomenda-se um plano de manutenção, tanto preventiva quanto corretiva, dos equipamentos, com as intervenções necessárias para o reparo e a periodicidade segundo a norma 15527/2007. Alguns cuidados especiais devem ser tomados com os sistemas de coleta e o aproveitamento de águas pluviais:

- ♦ A entrada de luz do sol no reservatório deve ser evitada para diminuir a proliferação de microorganismos;
- ♦ A tampa de inspeção deve estar sempre fechada;
- ♦ Na saída do extravasor deve ser colocada uma grade para evitar a entrada de pequenos animais;
- ♦ No reservatório de águas pluviais deve haver uma pequena declividade no fundo para facilitar a limpeza e retirada do lodo;
- ♦ É aconselhável a adoção de cores diferenciadas para tubulações de águas pluviais, a fim de evitar possível interconexão com o sistema de água potável;
- ♦ É aconselhável a utilização de placas sinalizadoras em todos os pontos de consumo (MAY, 2004).

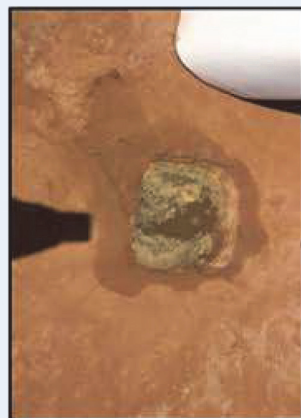
Monitoramento da qualidade da água

Frequência	Parâmetro
Diária	pH, Condutividade Elétrica, Turbidez e Cloro Residual Total
Semanal	DBO 5,20, Coliformes Termotolerantes ou <i>E. coli</i> , Sólidos Dissolvidos Totais e Sólidos Suspensos Totais
Quinzenal	Ovos de Helmintos
Mensal	<i>Giardia</i> e <i>Cryptosporidium</i> , Boro, RAS e Cloreto
Anual	Os demais parâmetros não relacionados anteriormente, constantes no Artigo 21 da Resolução CONAMA nº 430/2011 e no artigo 18 do Regulamento da Lei Estadual nº 997/1976, aprovado pelo Decreto Estadual nº 8.468/76

Dimensionamento das Valas de Infiltração

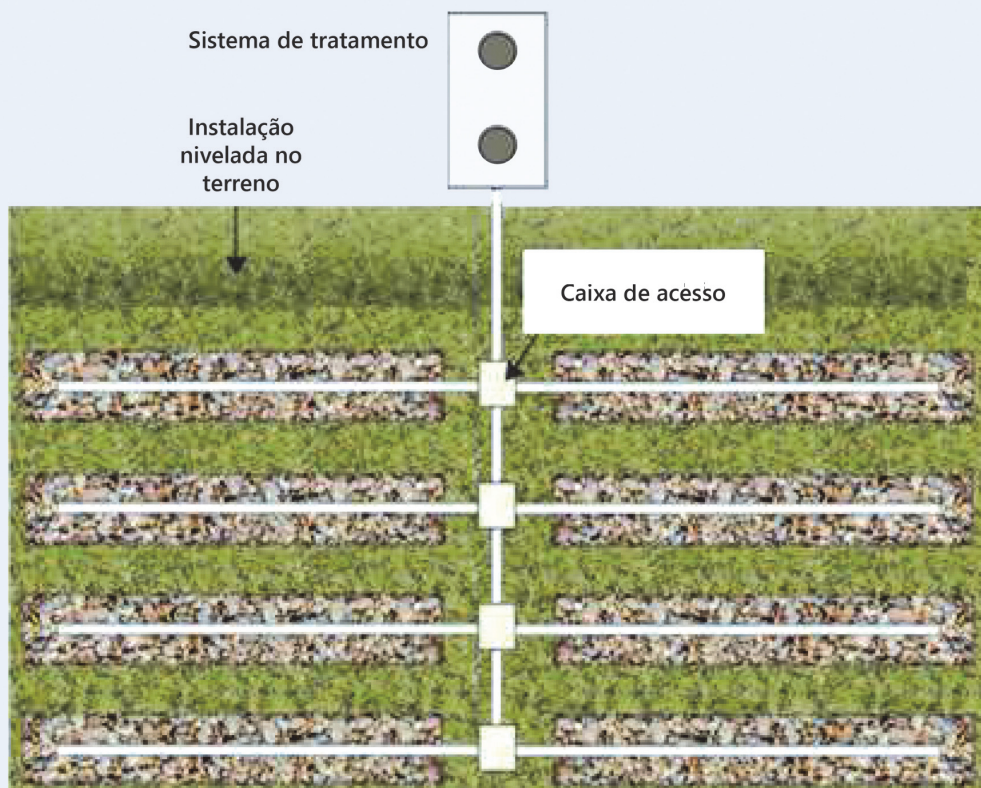
As valas de infiltração são sistemas alternativos, quando não existe disponibilidade de terreno suficiente para a construção de bacias de infiltração. Uma vala pode ser descrita como uma trincheira longa e estreita, sendo a sua largura inferior à sua profundidade. As valas de infiltração também podem ser construídas em áreas urbanas, sob calçadas, avenidas ou estacionamentos.

A Resolução CONAMA nº 153, de 2013, estabelece critérios e diretrizes para a implantação de Recarga Artificial de Aquíferos no território brasileiro. Este processo de recarga artificial de água, através das valas de infiltração, é construído de acordo com a definição da norma brasileira NBR 7229/1993, que trata do projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.



Arquivo pessoal dos autores (2020).

Modelo da Proposta das Valas de Infiltração



Fonte: Adaptado de Technical Guidance Manual.

ATENÇÃO: Essa alternativa envolve o uso de uma caixa de distribuição a jusante das valas de infiltração, que servirá tanto para facilitar as inspeções quanto para o reparo da instalação, quando necessário.

Dimensionamento da Área de Implementação



Fonte: Adaptado de Google Earth.

- ♦ Proximidade com a área da lavanderia;
- ♦ Espaço satisfatório para a construção de uma área para proteção da ETE;
- ♦ Localização em ponto estratégico que permite o envio dos efluentes tratados, por ação da gravidade, até as valas de infiltração;
- ♦ Facilidade de acesso ao local da ETE para manutenção e manuseio dos equipamentos.



Recarga de Aquífero

Resolução CNRH nº 153/2013

Do ponto de vista legal do Brasil, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) incumbiu as entidades do SINGREH do papel de orientar os municípios sobre a adoção de práticas de reuso e de recarga artificial.

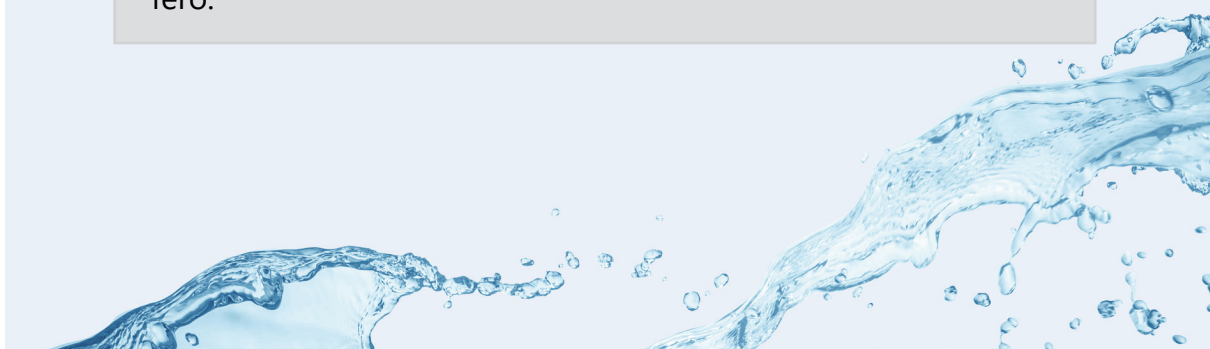
O artigo 2º dessa Resolução define a prática como: “Introdução não natural de água em um aquífero por intervenção antrópica planejada, por meio da construção de estruturas projetadas para este fim”.

No artigo 4º, esse procedimento é indicado com a finalidade de:

- ♦ Armazenar água para garantia da segurança hídrica;
- ♦ Estabilizar ou elevar os níveis de água em aquíferos, regularizando variações sazonais;
- ♦ Compensar efeitos de superexploração de aquíferos;
- ♦ Controlar a intrusão salina;
- ♦ Controlar a subsidência do solo.

ATENÇÃO: É necessária autorização da entidade ou órgão gestor estadual de recursos hídricos, bem como a realização de estudos que atestem sua viabilidade técnica, econômica, sanitária e ambiental.

Ao propor um sistema de reutilização de águas residuárias, é importante que a qualidade da água seja adequada aos usos pretendidos e a recarga não comprometa a qualidade das águas do aquífero.





Resultados



Considerações Finais

No caso da Santa Casa de Fernandópolis, o armazenamento das águas cinzas para tratamento é tecnicamente possível. Porém, devem ser considerados o volume gerado por dia e o monitoramento, por meio de análises periódicas das características do efluente, além de poços de monitoramento próximos aos locais de infiltração da água cinza.

Ao se implantar um sistema de reuso não potável na unidade, deve-se enfatizar, para todos os usuários, a importância da iniciativa para o ambiente, a economia gerada, os riscos e os cuidados a serem tomados, visando conscientizar e educar os colaboradores.





Referências

ARSEGO, J.; POLETTO, R. A.; MEDEIROS, E.; GONTIJO, A. L. Riscos ocupacionais na área contaminada de uma lavanderia hospitalar. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. Anais [...] Rio de Janeiro: [s. n.], 2008. 2 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7229: Projeto, Construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 13969: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997

BUONO, L. N. Diagnóstico de uso de água no hospital universitário de Londrina: estudo de caso. 2018. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2018.

CAMPINAS. Resolução nº 09, de setembro de 2014. Resolução conjunta SVDS/SMS nº 09/2014. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para o reuso direto não potável de água, proveniente de estações de tratamento de esgoto (ETES) de sistemas públicos para fins de usos múltiplos no município de Campinas. Campinas, 4 ago. 2014.

CEARÁ. Lei nº 16.033 - 20 de jun. 2016. Dispõe sobre a política de reuso de água não potável no âmbito do Estado do Ceará. Diário Oficial do Estado, Fortaleza, 20 jun. 2016.

GILIOTI, L.C.L. Avaliação da viabilidade de reuso de água em lavanderia hospitalar. 2020. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Ilha Solteira, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/194282>. Acesso em: 10 jan. 2021.

IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/fernandopolis/panorama>. Acesso em: 25 nov. 2017.

MAY, S. Estudo do aproveitamento de águas pluviais para consumo não potável em edificações. 2004. 159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

RAPOPORT, B. Águas Cinzas: caracterização, avaliação financeira e tratamento para reuso domiciliar e condominial. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz - Escola Nacional de Saúde Pública, 2004. Disponível em: <http://teses.icit.fiocruz.br/pdf/rapoportbm.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2019.

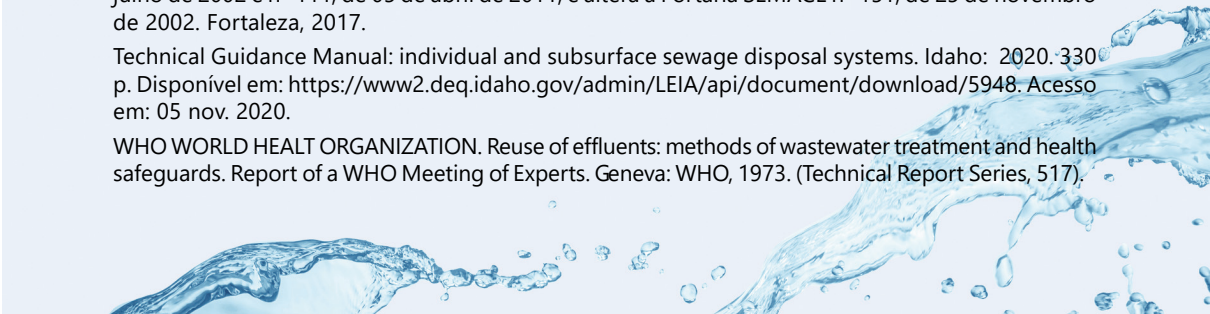
RAYIS, M.W.A. Avaliação da viabilidade do reúso de água para recarga de aquíferos na região metropolitana de São Paulo. 2018. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Ambiente, Saúde e Sustentabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6139/tde-21062018-084426/publico/MarinaWestruppAlaconRayisREVISADA.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2021.

SÃO PAULO. Resolução Conjunta SES/SIMA nº 01 de 13 de fevereiro de 2020 do Estado de São Paulo. 2020.

SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO CEARÁ - SEMACE. Resolução COEMA 02/2017, de 02 de fevereiro de 2017. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, revoga as Portarias SEMACE nº 154, de 22 de julho de 2002 e nº 111, de 05 de abril de 2011, e altera a Portaria SEMACE nº 151, de 25 de novembro de 2002. Fortaleza, 2017.

Technical Guidance Manual: individual and subsurface sewage disposal systems. Idaho: 2020. 330 p. Disponível em: <https://www2.deq.idaho.gov/admin/LEIA/api/document/download/5948>. Acesso em: 05 nov. 2020.

WHO WORLD HEALTH ORGANIZATION. Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards. Report of a WHO Meeting of Experts. Geneva: WHO, 1973. (Technical Report Series, 517).



ProfÁgua

Mestrado Profissional em Rede Nacional
em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos



MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO

MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



ISBN 978-658854927-8

