

Stefano Mambretti
Ademar Nogueira do Nascimento
(Organizadores)

Gestão e Tecnologia do

SANEAMENTO BÁSICO:

Uma abordagem na Perspectiva
Brasileira e Internacional



Atena
Editora
Ano 2022

Stefano Mambretti
Ademar Nogueira do Nascimento
(Organizadores)

Gestão e Tecnologia do

SANEAMENTO BÁSICO:

Uma abordagem na Perspectiva
Brasileira e Internacional



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Gestão e tecnologia do saneamento básico: uma abordagem na perspectiva brasileira e internacional

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Stefano Mambretti
Ademar Nogueira do Nascimento

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G393 Gestão e tecnologia do saneamento básico: uma abordagem na perspectiva brasileira e internacional / Organizadores Stefano Mambretti, Ademar Nogueira do Nascimento. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0639-6

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.396221110>

1. Saneamento. 2. Água. 3. Drenagem. 4. Esgoto. I. Mambretti, Stefano (Organizador). II. Nascimento, Ademar Nogueira do (Organizador). III. Título.

CDD 363.72

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



PREFÁCIO

Diante de um mundo em rápida mudança, onde promover a sustentabilidade ambiental exige qualificadas habilidades técnicas e invocam a importância da atualização das leis, consideramos importante apresentar uma visão geral sobre o estado da arte da pesquisa, dos projetos e da gestão e tecnologia do serviço integrado de água e destinação de esgotos, juntamente com alguns exemplos de implementação no Brasil e no exterior.

Nesse sentido consideramos muito útil, devido às recentes mudanças legislativas, apresentar o novo marco legal brasileiro, juntamente com as atualizações normativas ocorridas nos Estados Unidos e na Itália. Entendemos que o desenvolvimento e a cooperação multi-países nesse segmento é de fundamental importância para a disseminação de técnicas de racionalização e otimização dos serviços de água e esgoto, de modo a proporcionar melhorias na qualidade de vida das populações com a universalização de tecnologias e gestão de sistemas de referência internacional.

A origem deste presente projeto remete-se à longa e profícua colaboração acadêmica entre a Universidade Federal da Bahia (Brasil) e o Politecnico di Milano (Itália), e posteriormente estendido a profissionais e pesquisadores do Brasil, Itália e Estados Unidos.

Esperamos que o conteúdo deste livro, de caráter transversal, possa ser útil aos profissionais que atuam em diferentes áreas do planejamento dos recursos hídricos e saneamento ambiental, visto que, ao se reconhecer a sua interdisciplinaridade, foram incluídos conteúdos tanto de engenharia, quanto normativo, de gestão e de tecnologias aplicadas, proporcionando uma ampla compreensão técnica para soluções desta relevante problemática ambiental universal.

Stefano Mambretti

Ademar Nogueira do Nascimento

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

OTIMIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Gianfranco Becciu
Stefano Mambretti
Mariana Marchioni

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3962211101>

CAPÍTULO 2..... 27

PRÁTICAS DE GESTÃO DA REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

Gianfranco Becciu
Stefano Mambretti
Luiz Fernando Orsini Yazaki
Mariana Marchioni

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3962211102>

CAPÍTULO 3..... 49

DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS EM GRANDES CIDADES BRASILEIRAS: O CASO DO MUNICÍPIO DE SALVADOR (BRASIL)

Lafayette Dantas da Luz
Patrícia Campos Borja

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3962211103>

CAPÍTULO 4..... 81

ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTO NOS ESTADOS UNIDOS: A ESTRUTURA REGULATÓRIA E SERVIÇO PÚBLICO/PRIVADO

David W. Schnare

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3962211104>

CAPÍTULO 5..... 99

O MARCO REGULATÓRIO E SISTEMA DE GESTÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA URBANA E ÁGUAS RESIDUAIS NA ITÁLIA

Alessandro de Carli
Sara Zanini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3962211105>

CAPÍTULO 6..... 124

A PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO BRASIL, APÓS ALTERAÇÕES NO MARCO LEGAL E REGULATÓRIO DO SANEAMENTO BÁSICO PELA LEI Nº 14.026/2020

Abelardo de Oliveira Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3962211106>

CAPÍTULO 7	162
O SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL: VISÃO GERAL DA ESTRUTURA JURÍDICA DE PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS	
Lucas Custódio	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.3962211107	
CAPÍTULO 8	181
A QUESTÃO “ÁGUA”: O RECURSO NO MUNDO, A NECESSIDADE DE UM PARADIGMA DIFERENTE, O ENVOLVIMENTO DA POPULAÇÃO	
Gianfranco Becciu	
Camyllyn Lewis	
Stefano Mambretti	
Mariana Marchioni	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.3962211108	
CAPÍTULO 9	206
TÉCNICAS DE TRATAMENTO E APROVEITAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO PARA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA	
Layane Priscila de Azevedo Silva	
Ademar Nogueira do Nascimento	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.3962211109	
SOBRE OS ORGANIZADORES	240
SOBRE OS AUTORES	241

A QUESTÃO “ÁGUA”: O RECURSO NO MUNDO, A NECESSIDADE DE UM PARADIGMA DIFERENTE, O ENVOLVIMENTO DA POPULAÇÃO

Gianfranco Becciu

Camylyn Lewis

Stefano Mambretti

Mariana Marchioni

Os rios foram cobertos para criar novos espaços para a expansão urbana; barragens foram construídas independentemente das mudanças no ecossistema e implicações ambientais; rios, lagos e mar têm sido usados como entrega final de águas poluídas.

A água parecia ser um recurso gratuito e ilimitado que pode ser usado e mal utilizado.

Não demoramos muito para perceber que essa abordagem está errada e que as consequências teriam se voltado contra a própria humanidade: inundações, doenças causadas pela poluição, perda de biodiversidade são consequências que têm sido experimentadas nas últimas décadas. Portanto, cientistas e profissionais começaram a desenvolver a ideia de desenvolvimento de “espaço para água” nas cidades, a estudar com precisão o efeito de barragens e inundações, a construir estações de tratamento sustentável para as águas receptoras.

Água de qualidade é cara, e água potável é ainda mais cara. A Organização das Nações Unidas (ONU) estima que o planeta possui 1 bilhão e 400 milhões de km³ de água; só que, de todo esse conjunto, 97,5% é água salgada. Só 2,5% é constituído de água doce, mas apenas 0,01% da água está à direta disposição da humanidade.

Assim, precisamos otimizar o uso da água disponível e estar cientes de sua importância.

1. INTRODUÇÃO

Quando, por volta do século V a.C., a humanidade deu início ao pensamento crítico, na Grécia, e para refletir sobre o significado de todas as coisas, Tales de Mileto identificou o princípio de tudo (ἀρχή) com a água. A água é considerada o principal motivo da fundação de todas as civilizações antigas, a partir do Nilo do Egito, e sua importância superou os limites da utilidade para assumir uma importância que pode ser definida como sacra. São Francisco, ainda no século XIII, definia a água como *utile et humile et pretiosa et casta* (ou seja, útil, humilde, preciosa e pura). A utilidade parece ser a única característica que permaneceu após a era do novo positivismo, a partir da década de 20 do século XX, com as revoluções na ciência, os novos movimentos artísticos – entre eles, se destaca o futurismo – e o excesso de confiança na ciência que permitiu acreditar que poderíamos realmente ter realizado projetos mais pertinentes à ficção científica (por exemplo, o projeto Atlantropa).

Neste capítulo, é apresentada uma primeira revisão do uso da água no mundo; em seguida, é explicado o conceito de reutilização, que ainda é psicologicamente inaceitável pela maioria dos cidadãos nos países desenvolvidos, mas para uma implementação efetiva dessas novas metodologias e técnicas, deve-se estimular a participação das pessoas, tema abordado no último parágrafo.

2 . LEVANTAMENTOS DE ÁGUA: UMA VISÃO GERAL

Em todo o mundo, a agricultura absorve cerca de 70% de todas as captações de água, enquanto o setor industrial e o setor civil – doméstico + terciário – respondem por cerca de 20% e 10%, respectivamente. Nos países industrializados, no entanto, o setor industrial usa mais da metade da água disponível para uso humano.

As captações globais de água triplicaram desde 1950 (quando foram 1371 quilômetros cúbicos) para 2010 (3955 quilômetros cúbicos), crescendo a uma taxa de cerca de 1,7 vezes maior que o crescimento da população.

O ritmo de crescimento aumentou ainda mais no novo milênio. Em 2017, a água é estimada em cerca de 6 mil quilômetros cúbicos, o que representa mais de 50% a mais do que sete anos antes.

Os levantamentos de água na agricultura dependem fortemente do clima e da função da agricultura na economia. A percentagem de água usada para a agricultura varia de cerca de 21% na Europa para cerca de 82% na África.

A água retirada do setor civil varia de cerca de 9% na Ásia a cerca de 22% na Europa, até cerca de 25% na Oceania.

A água retirada do setor industrial varia consideravelmente em nível global, passando de cerca de 5% na África para cerca de 50% na América do Norte para cerca de 74% na Europa Ocidental.

Quase 80% das doenças nos chamados países “em desenvolvimento” estão associadas à água, causando cerca de três milhões de mortes prematuras por ano.

Nos próximos anos, espera-se um aumento exponencial dos levantamentos de água em todo o mundo, devido ao forte crescimento demográfico esperado e ao aumento da retirada de água *per capita*. Portanto, a água doce será cada vez mais um recurso escasso.

2.1 Captação de água: cronologia

Tendência histórica da retirada de água mundial:

- Em 1900, a captação de água mundial chegou a cerca de 578 quilômetros cúbicos;

- Em 1950, a captação mundial de água ficou em torno de 1371 quilômetros cúbicos, crescendo cerca de 137% em comparação com 50 anos antes, com um crescimento médio anual de cerca de 15,9 quilômetros cúbicos;
- Em 2000, a captação de água mundial ficou em torno de 3.600 quilômetros cúbicos em crescimento cerca de 163% em comparação com os 50 anos anteriores, com um crescimento médio anual de cerca de 44,6 quilômetros cúbicos;
- Em 2010, a captação mundial de água situou-se em cerca de 3.955 quilômetros cúbicos, cerca de 10% em comparação com dez anos antes, com um crescimento médio anual de cerca de 35,5 quilômetros cúbicos.
- Em 2017, a captação mundial de água foi de cerca de 6 mil quilômetros cúbicos, crescendo em mais de 50% em relação a 2010, com um crescimento médio anual de cerca de 285,7 quilômetros cúbicos;
- Em 2050, prevê-se que a captação de água mundial seja de cerca de 8.689 quilômetros cúbicos, crescendo quase 45% em relação ao recorde de 2017 e mais que dobrando em relação a 2010;
- Em 2100, espera-se que a captação mundial de água seja em torno de 12.692 quilômetros cúbicos, aumentando em 46% em relação aos 50 anos anteriores.

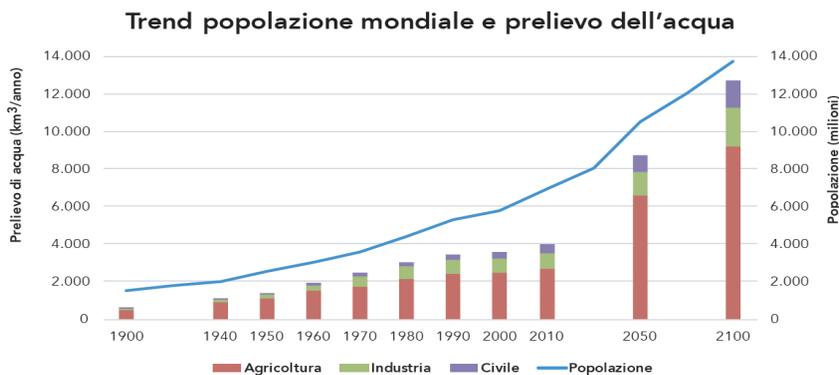


Figura 1: tendência população mundial e retirada de água.

Fonte: adaptada de Water Management Report (2018).

2.2 Captação de água mundial por tipo de uso

Em nível mundial, pode-se ver como a agricultura predomina nos setores industrial e civil. Isto é, devido à enorme retirada de água para o setor agrícola na África, Ásia, Oceania e América (Figura 2).

- Na África, a atividade dominante é a agricultura, a indústria não é muito desen-

volvida e suas técnicas são frequentemente muito antiquadas, consequentemente, a água é puxada principalmente para o setor primário.

- Também na Ásia, as retiradas de água ocorrem principalmente na agricultura. No sul e no leste da Ásia, no entanto, a retirada de água no setor industrial é discreta, ao contrário do que ocorre no Oriente Médio e na Ásia Central.

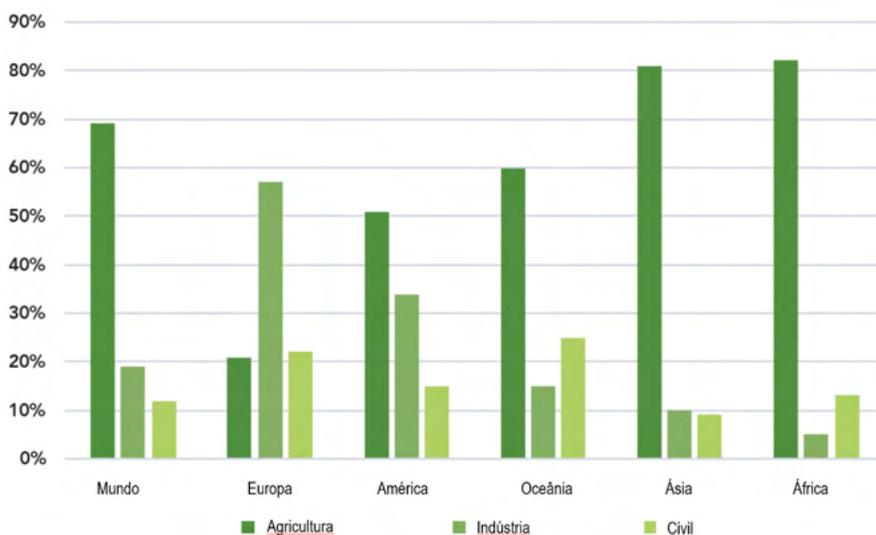


Figura 2: utilização de água por setor.

Fonte: adaptada de Water Management Report (2018).

- Na América, é necessário distinguir entre norte e sul. A América do Norte usa mais água para o setor industrial, ao ir para o sul, aumenta a porcentagem de água utilizada para agricultura (até 71% na América do Sul).
- Na Oceania, tanto na Austrália como na Nova Zelândia, e nas Ilhas do Pacífico, a água é destinada principalmente à agricultura, mesmo se, em termos percentuais, a taxa para o setor civil é o mais alto do mundo.
- Na Europa, o maior uso é no setor industrial.

2.3 Retirada de água mundial: levantamentos per capita

A partir do mapa na Figura 3, é possível notar que na América há uma disparidade entre o norte e o sul. Em particular, há um elevado consumo *per capita* de água nos Estados Unidos da América (EUA) e no Canadá. A água é principalmente utilizada para gerar eletricidade através de usinas termelétricas na área. Porém, o consumo interno

também é muito alto: os EUA e o Canadá são respectivamente o primeiro e o segundo países industrializados com os maiores consumo de água no setor doméstico. Por essa razão, os cidadãos não dão o valor correto à água e não combatem o desperdício dela. No sul, há um claro consumo de água *per capita* muito elevada no Chile e na Argentina. Esses territórios são bastante secos e o recurso hídrico é utilizado sobretudo para a agricultura, o que representa 83% e 74% do total de captação de água no Chile e na Argentina, respectivamente.



Figura 3: Levantamento de consumo de água *per capita*.

Fonte: adaptada de Water Management Report (2018).

Na Austrália, há um alto consumo de água *per capita*. A agricultura é o setor que tem o maior impacto e representa quase 60% do total de retirada de água. A Austrália está entre os países que extraem mais água, embora nos últimos anos tenha conseguido colocar em prática soluções relativas a um uso mais eficiente do recurso.

Na Ásia, de particular interesse é a área do Oriente Médio e países limítrofes, onde encontramos dois dos países com o maior consumo *per capita* do mundo: Turcomenistão (5754 metros cúbicos por ano *per capita*) e Iraque (2616 metros cúbicos por ano *per capita*). O Oriente Médio é caracterizado por precipitação de chuva reduzidas e também por enormes perdas de água devido a estações de bombeamento excessivas (*overpumping*) muito velhas que dispersam cerca de metade da água retirada dos aquíferos subterrâneos.

Na África, há uma baixa captação de água *per capita* e a maioria dos países tem uma retirada inferior a cerca de 100 metros cúbicos/ano *per capita*. Valores menores podem ser observados na área da África Central. Em particular, a República Democrática do Congo registra o consumo mínimo *per capita*, equivalente a cerca de 11.25 metros cúbicos/ano.

No entanto, a África é o continente que mais utiliza água na agricultura (82%) e o mais baixo no setor industrial (5%).

Na Europa, o consumo de água *per capita* varia ligeiramente em diferentes estados e com uma média de cerca de 422,75 metros cúbicos/ano. Existem três países que têm uma retirada *per capita* que excede 800 metros cúbicos/ano (Estônia, Portugal e Grécia). Apenas a Bósnia Herzegovina tem um consumo de retirada *per capita* inferior de 100 metros cúbicos/ano.

2.4 Brasil

O Brasil apresenta uma grande oferta de recursos hídricos, possuindo em seu território 12% do estoque mundial de água doce com um potencial na ordem de 35 mil m³ para cada habitante em um ano. Só as reservas de águas subterrâneas seriam suficientes para abastecer 82% das cidades brasileiras. Se estima que 53% da água presente na América do Sul se encontra no Brasil, com uma reserva 47% superior à dos EUA e Canadá. Só na região amazônica, encontram-se dez dos 20 maiores rios do mundo. Atualmente, o Brasil utiliza apenas um pouco mais de 2% do seu potencial.

Uma das maiores reservas de água subterrânea do mundo fica no Brasil no Aquífero Guarani, lago descoberto a uma grande e variável profundidade da superfície e que cobre uma área de 1,2 milhão de km². O aquífero ocupa o território de oito estados brasileiros, desde Minas Gerais até o sul, atingindo territórios da Argentina, Uruguai e Paraguai. Esse aquífero pode atender a uma população de 360 milhões, e cidades grandes como Ribeirão Preto já utilizam água desse manancial. O problema é o risco de poluição: na fronteira entre o Brasil e o Uruguai, foi descoberto um foco de poluição que destruiria essa riqueza natural.

Entretanto, muitos rios brasileiros foram transformados em esgotos e inúmeras fontes secaram. Órgãos especializados constataam: nos rios brasileiros, em apenas 20 anos, o número de espécies vivas diminuiu 50%.

Em um estudo internacional sobre a crise mundial de água, publicado no dia 11 de dezembro de 2002, pelo Conselho Mundial da Água e o Centro para a Ecologia e Hidrologia, ambos organismos ligados à ONU, dos 147 países avaliados, o Brasil alcançou a 50^a colocação. Ficou como o terceiro mais pobre entre os países da América Latina.

O Índice de Pobreza e de Água (IPA) é formado a partir de cinco critérios – recursos disponíveis, acesso, capacidade, uso da água e impacto ambiental –, o Brasil recebeu a nota 61,2, abaixo do Chile, um país obrigado a dessalinizar água do mar para ter toda a água potável de que precisa. Os autores do estudo atribuíram o mau desempenho do Brasil a dois fatores: o uso da água e a preservação do meio-ambiente, no qual o principal problema no Brasil é o gerenciamento dos recursos disponíveis.

Estima-se que 90% da população rural brasileira não tem acesso à água encanada, ainda que isso não signifique não ter acesso a água, o importante é garantir que a água

disponível para a população seja potável. Essa é a perspectiva da construção de 1 milhão de cisternas no semiárido, onde está a maior parte da população brasileira sem água potável.

O semiárido nordestino é um dos maiores do planeta, em extensão geográfica e população. Tem perto de 868 mil quilômetros quadrados: abrange o norte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, os sertões da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e uma parte do nordeste do Maranhão. Nessa região, vivem mais de 18 milhões de pessoas. Denomina-se “semiárida” uma área territorial em que há deficiência e/ou irregularidade de chuvas, fazendo com que a evaporação seja superior à precipitação. Geralmente, nessas áreas, há ocorrências de secas periódicas. Apesar de tudo, o semiárido brasileiro é um dos mais úmidos do mundo. A precipitação pluviométrica é, em média de 750 milímetros. Em condições normais, chove mais de 1000 milímetros. Em comparação com outras áreas semiáridas, esse é um índice privilegiado. No sertão do Nordeste brasileiro, chove quatro vezes mais do que na Califórnia. O problema do semiárido brasileiro é que o cristalino está praticamente à flor da terra. O solo é muito raso, a retenção da água subterrânea é muito difícil. Normalmente se tem pouca água retida, porque o escoamento é muito. Se escavar na superfície, encontra-se rocha cristalina, rocha matriz. Portanto, os solos capazes de reter água não são muito fundos. Lençóis freáticos, só em certas regiões se tem, isso tudo com brechas e com rupturas. Em alguns lugares, dentro da rocha cristalina, se tem uma falha grande onde se encontra água de boa qualidade. No Piauí e em outras áreas do Nordeste, a rocha granítica matriz se rompeu, acumulou e tem uma piscina de água retida, guardada.

Essa rápida caracterização indica que o desafio central do semiárido é o armazenamento e o uso adequado da água das chuvas. Existem rios, tem água subterrânea, foram construídas grandes barragens, existem áreas de irrigação com água captada de rios ou de poços artesianos.

Em grandes centros urbanos, não necessariamente é disponível água de qualidade adequada, como no caso do Rio de Janeiro. O Rio de Janeiro utiliza do Rio Gaundu 3,5 bilhões de litros por dia. O diretor de produção e tratamento de águas do estado declarou: “Devemos ressaltar que toda a bacia desse importante e único manancial, capaz de abastecer toda a região metropolitana do Rio de Janeiro, está em adiantado estado de degradação”. Rio tem lixões às margens do Rio Guandu e o polo industrial de Queimados derrama toneladas diárias de metal pesado e que as empresas de extração de areia poluem todos os rios da baixada.

O estado do Espírito Santo sofre com a transformação de suas matas em imensas plantações de eucalipto da Aracruz Celulose, responsável pela seca de muitos pequenos rios e riachos. Ocupando extensas áreas da faixa nobre litorânea capixaba, avança para o extremo sul da Bahia. As monoculturas exigem um balanço social, econômico e ambiental.

A realidade no sul do Brasil não é diferente. Em Rivera, cidade fronteira com o Uruguai, os técnicos descobriram uma fonte de poluição do próprio Aquífero Guarani. Em Santa Catarina, o governo brasileiro tem implementado uma política de grandes hidroelétricas, barragens e hidrovias nos rios brasileiros. Essas obras são necessárias para o desenvolvimento do país, mas isso deve ser feito com respeito às condições naturais dos rios, sem obras que possam alterar sua hidrologia.

3 . REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA

Águas provenientes de recursos hídricos não convencionais são aquelas que não provêm de corpos d'água naturais ou artificiais, geralmente utilizados como fontes de abastecimento dos sistemas de aquedutos para uso civil, agrícola e industrial.

Essas águas não são convencionalmente consideradas devido às suas características de disponibilidade e qualidade, geralmente inferiores ou assim consideradas em relação às provenientes de outros recursos. As razões subjacentes à sua consideração limitada, no entanto, nem sempre são totalmente fundamentadas.

Para classificar os recursos hídricos, é mais correto, e também mais útil do ponto de vista operacional, falar em adequação para atender a uma necessidade específica de água. Essa adequação depende tanto de suas características físico-químicas quanto da compatibilidade temporal e espacial dos volumes e vazões disponíveis com as necessidades.

ID	Tipologia	Qualidade	Disponibilidade
1	Águas da chuva	Alta	média – baixa Variável ao longo do tempo
2	Águas meteorológicas	Média – baixa	média – alta Variável ao longo do tempo
3	Águas subterrâneas	Média – baixa	alta Constante ao longo do tempo
4	Águas rasas	Média – alta	média Variável ao longo do tempo
5	Águas cinzas	Baixa	média Constante ao longo do tempo
6	Águas de purificação	Média – alta	média – alta Constante ao longo do tempo
7	Águas técnicas	Média – baixa	médio – baixa Constante ao longo do tempo

Tabela 1: Tipos de água de recursos não convencionais.

Fonte: elaborado pelos autores.

Nesse estudo, foram identificados sete tipos principais de água de recursos não convencionais que têm potencial significativo para uso em áreas urbanas. A Tabela 1

mostra a lista desses tipos, com uma avaliação aproximada do nível médio de qualidade e disponibilidade ao longo do tempo.

3.1 Estratégias para reuso

O reuso representa um recurso hídrico determinado, pois não pode ser referido a um único tipo de água. Na verdade, tem por objeto todas as águas que já foram utilizadas para um fim específico e que geralmente se destinam a ser despejadas em um corpo d'água, natural ou artificial, no solo ou subsolo. Essas águas, embora reintroduzidas no ciclo hidrológico natural, podem constituir um perigo para o meio ambiente, como veículo de poluentes, e um aumento do risco de inundações à medida que se agregam ao fluxo natural do receptor. A necessidade de proteção ambiental e proteção hidráulica de áreas urbanizadas, portanto, requerem processos de purificação e controle de descargas.

Sua origem pode ser uma das fontes convencionais de abastecimento de água, como no caso da água cinza, mas também uma fonte alternativa não convencional. A mesma água pode estar envolvida em múltiplos processos em cascata de reuso, com possíveis processos de tratamento intermediários.

Reutilizar, portanto, representa uma oportunidade significativa e praticável para aumentar os recursos hídricos utilizáveis (ASANO et al., 2007; USEPA, 2012). Em muitas cidades e países, o reuso é considerado um importante componente da gestão integrada dos recursos hídricos, integrada ao ciclo urbano da água e permite preservar o ciclo natural dos recursos hídricos e da biodiversidade.

A maior parte dos avanços significativos no reuso de água ocorreu em regiões áridas do mundo, como Austrália, China, países mediterrâneos, Oriente Médio e EUA, embora já exista uma tendência e interesse global por esse tipo de prática. Para uma série de países onde as reservas de água potável estão ou estarão prestes a se esgotar em um futuro próximo, a reutilização pode, de fato, ser o único recurso alternativo para o abastecimento de água. A mudança climática em curso incentiva ainda mais o reaproveitamento dos recursos hídricos.

Apesar do grande impulso que as técnicas de reuso estão tendo em várias partes do planeta, frente ao aumento da demanda hídrica, o volume total de água reciclada ainda permanece relativamente baixo e representa apenas 0,3% da demanda total (GLOBAL WATER INTELLIGENCE, 2009).

O sucesso no desenvolvimento desse recurso hídrico alternativo depende muito da coordenação das políticas hídricas, do planejamento de infraestruturas, da qualidade da água e da seleção e fiabilidade dos processos de tratamento. As estratégias de incentivo à reutilização e de desenvolvimento das infraestruturas necessárias devem centrar-se nos três aspectos principais:

- melhoria da relação custo-benefício;
- identificação de áreas ótimas de uso;
- construção de uma consciência sociocultural correta.

Esses aspectos são, pelo menos parcialmente, também comuns ao uso direto de água não convencional, mas são particularmente importantes no caso de reuso.

A viabilidade econômica é um grande desafio para a maioria dos projetos de reutilização. Benefícios ocupacionais no setor de indústria de água, com empregos qualificados no desenvolvimento, gestão e manutenção de soluções de tratamento e recuperação de água, bem como em pesquisa e desenvolvimento, também devem ser considerados na avaliação de conveniência, levando em consideração o potencial de inovação dessa área. Os benefícios trabalhistas também se estendem a fornecedores de sistemas, equipamentos e produtos químicos para tratamento e reutilização. Os setores do tratamento de águas residuais e do abastecimento de água representam, de fato, entre 22 e 34% do emprego nas eco indústrias da União Europeia (UE) e têm um potencial crescente. Além disso, deve-se considerar na avaliação da conveniência, especialmente no nível de escolhas de políticas de planejamento, que o reuso permite, por um lado, reduzir a demanda de água potável no setor residencial em até 50-70%, reduzindo também o consumo relativo de energia para sua aquisição, tratamento e distribuição.

Em geral, observa-se que o reuso da água pode ser conveniente em longo prazo quando não são necessários tratamentos terciários ou sistemas complexos de distribuição de água. Portanto, é importante identificar os usos ideais em relação ao tipo de água reciclada. Embora os usos não potáveis sejam preferidos, vários estudos têm mostrado que o reuso pode ser uma solução competitiva mesmo na produção de água de alta pureza, especialmente em contextos de escassez frequente ou crônica de água.

Os principais desafios relacionados com a reutilização prendem-se principalmente com a satisfação e confiança da população, que continua baixa, nomeadamente no que diz respeito à reutilização para beber, e a acessibilidade, que pode estar em risco devido ao elevado custo do tratamento avançado das águas não convencionais e à necessidade para infraestrutura de abastecimento adicional. Conscientizar a população sobre a importância do uso de recursos hídricos sustentáveis é, portanto, essencial para o sucesso e desenvolvimento de sistemas de reuso e as estratégias para aumentá-lo devem incluir modelos de envolvimento da comunidade, para o compartilhamento de escolhas e informações corretas sobre riscos e benefícios. Para explicar aos utilizadores o valor da reutilização e criar credibilidade e confiança, é necessário fazê-los compreender a segurança e relevância do projeto, antes de mais nada utilizando uma terminologia clara e positiva e dando explicações simples sobre a qualidade da água, a tecnologia de tratamento e as vantagens que o reuso envolve.

Os tipos de reuso são divididos principalmente em:

- reuso potável direto;
- reuso potável indireto;
- reuso por propósitos não potável.

A Tabela 2 mostra potenciais aplicações e limitações para as diferentes categorias de reuso.

Tabela 2: Categorias de reuso, potenciais relativos e limites.

Categorias de reuso da água	Potencial	Limites	Observações
Uso de irrigação para fins agrícolas e paisagísticos	Cultura alimentar para consumo cru, alimentos processados ou cozidos. Pastagem para produção de leite. Pomares ou vinhedos com ou sem contato com frutas comestíveis. Culturas industriais e forragens.	Impacto da qualidade da água nos solos, lavouras e aquíferos. Controle de escoamento de água e aerossóis. Impacto na saúde. Aceitação dos agricultores e comercialização da safra. Requisitos para zonas tampão (buffer zones).	Boas práticas disponíveis para mitigar impactos negativos à saúde e agrônômicos. O projeto de armazenamento e as técnicas de irrigação são elementos importantes a serem considerados. Numerosas vantagens observadas.
	Campos de golfe e paisagens. Parques públicos, pátio de escola; pequenos jardins, cinturão verde (áreas não desenvolvidas ao redor de um assentamento urbano); cemitérios.	Impacto da qualidade da água em plantas ornamentais. Controle de escoamento de água e aerossóis. Impacto na saúde. Aceitação pública.	Experiências de sucesso de longo prazo. Boas práticas e controle de qualidade da água <i>on-line</i> garantem a segurança da saúde.
Usos urbanos não potáveis	Reuso dentro de edifícios, descargas de WC. Uso de irrigação para paisagens (ver item citado acima). Ar-condicionado, proteção contra incêndio. Lavagens de carros e caminhões comerciais. Purga de esgoto. Lavagem de calçadas para carros e quadras de tênis. Degelo.	Impacto na saúde. Corrosão, incrustação e crescimento biológico. Conexão errada com canos de água potável. Poluição dos cursos de água.	A instalação dupla requer manutenção eficaz e verificações com conexões cruzadas; Não foram registrados problemas de saúde, mesmo em casos de conexão incorreta (no caso de águas residuais terciárias desinfetadas).
Usos ambientais e recreativos	Lagoas recreativas. Melhoria ambiental (proteção da água doce ou do mar). Restauração de áreas úmidas (<i>wetlands</i>) e biodiversidade. Pescaria. Lagos e lagoas artificiais. Neve artificial.	Impacto na saúde. Eutrofização devido ao excesso de nutrientes. Toxicidade para a vida aquática.	Novas aplicações com inúmeras vantagens para as cidades do futuro: valorização do meio ambiente, bem-estar humano, biodiversidade e outros. Boas práticas e controle de qualidade da água <i>on-line</i> garantem a segurança da saúde.

Usos industriais	Esfriamento. Alimentação da caldeira. Água processada. Construção pesada (controle de poeira, cura do concreto, enchimento, compactação e lavagem).	Corrosão, incrustação e crescimento biológico. Aerossol de torres de resfriamento. Eliminação de ralos. Conexões erradas com água potável.	Prática de sucesso desde 1970. Vários tratamentos garantem uma produção segura de água potável. Controle efetivo por meio de modelagem avançada.
Uso potável indireto por recarga de água subterrânea e reservatórios.	Recarga de água subterrânea por meio de bacias ou poços de infiltração. Barreira contra a intrusão de água salobra ou do mar (recarga direta). Verificações de subsidência de terra.	Contaminação de águas subterrâneas. Efeitos toxicológicos de produtos químicos orgânicos. Aumento de sais e minerais. Aceitação pública.	
	Aumento dos reservatórios de superfície. Mistura em tanques de abastecimento de água antes da purificação.	Preocupações com a saúde. Aceitação pública.	Prática de sucesso desde 1970. Vários tratamentos garantem uma produção segura de água potável. Melhoria da qualidade da água.
Uso potável direto	Mistura <i>pipe-to-pipe</i> de água purificada e água potável. A água purificada é uma fonte de abastecimento de água potável mista para tratamento posterior.	Preocupações e problemas de saúde com compostos químicos emergentes. Aceitação pública. Economicamente atraente na reutilização em larga escala.	Múltiplos tratamentos garantem uma produção segura de água potável. Não houve problemas de saúde relacionados ao uso de águas de recuperação na Namíbia desde 1968.

Fonte: adaptada de Asano e demais autores (2007).

3.2 Reuso potável direto/indireto

Com relação ao reuso potável, uma distinção deve primeiro ser feita entre o reuso potável direto e o reuso potável indireto. No caso de reuso direto de água potável, a água de recuperação devidamente tratada é introduzida na rede de abastecimento; no caso de reuso indireto, a água tratada é lançada em águas superficiais e subterrâneas, que depois são utilizadas como fonte de água potável. O reuso de água para beber remonta à década de 1960 com a recarga de aquíferos na Califórnia em 1962 e o reuso potável direto na Namíbia em 1968. Essa prática requer um alto nível de tratamento para atingir um maior grau de confiabilidade respeito ao tratamento de sistemas e reutilização de águas residuais convencionais. Nesse período de experiência operacional, o reuso direto *pipe-to-pipe* demonstrou a viabilidade e a ausência de efeitos na saúde; no entanto, a oposição pública e a preocupação com a presença de micropoluentes são os principais constrangimentos para o desenvolvimento dessa prática.

O reuso potável indireto por meio de recarga de aquíferos é dividido em duas categorias:

- difusão superficial e reconstituição de depósitos superficiais;
- injeção direta, como nas barreiras à intrusão de água do mar.

A experiência operacional mostrou que, para todas as aplicações de reuso indireto, o progresso tecnológico e os custos mais baixos favoreceram a implementação de esquemas avançados; compreensivelmente, porém, o reuso potável continua a ser o menos difundido e ainda levanta preocupações na opinião pública.

3.3 Reuso para fins não potáveis

O reuso para fins não potáveis é bastante difundido, aceito pela população e consolidado a nível tecnológico. Os principais campos de aplicação são:

- irrigação para fins agrícolas;
- uso industrial;
- uso recreativo;
- melhoria ambiental;
- reaproveitamento interno de edifícios;
- uso urbano.

Em particular, a prática de reutilização de água para agricultura e indústria é uma das aplicações de crescimento mais rápido em nível internacional (cerca de três vezes o crescimento da dessalinização) (EUREAU, 2009).

Irrigação para fins agrícolas

O reuso na agricultura é amplamente praticado em todo o mundo com diretrizes de proteção à saúde e práticas agrônômicas estabelecidas (ASANO et al., 2007). O reuso da água traz benefícios econômicos para as fazendas, aumentando a disponibilidade de água para irrigação com benefícios também do ponto de vista social, ou seja, garantindo empregos e oferecendo benefícios às comunidades locais.

Uso industrial

Um dos grandes setores com potencial de reaproveitamento é o industrial, que representa o segundo maior mercado de abastecimento de água depois da agricultura, com cerca de 25% da demanda global. O reuso e a reciclagem internos estão se tornando uma prática comum em muitos países, especialmente para indústrias com alta demanda de água, favorecidas pelo aumento do custo da água potável e pela demanda por padrões mais rígidos para regulamentações de drenagem. Os principais usos da água a nível

industrial consistem em:

- água de alimentação da caldeira;
- água de reposição do sistema de resfriamento;
- água de processos;
- água de lavagem;
- proteção contrafogo;
- limpeza de superfícies.

No nível industrial, as seguintes estratégias são frequentemente adotadas para favorecer a economia de água e a minimização de águas residuais:

- reutilização em cascata, que implica em reutilização direta com pouco ou nenhum tratamento;
- reciclagem de águas residuais após tratamento adequado;
- redução da fonte pela diminuição da necessidade de água para um determinado processo industrial.

Uso recreativo

O turismo é outro setor da economia em que o reuso da água tem uma influência crescente, permitindo o desenvolvimento de atividades relacionadas à água e mais em harmonia com o meio ambiente. Em particular, as águas reutilizadas são utilizadas para criar a cobertura de neve ou para irrigação paisagística – parques públicos, campos desportivos, cinturões verdes, campos de golfe – que hoje se desenvolvem rapidamente e desempenham um papel crucial na sustentabilidade, incluindo a redução da pegada energética. O sector do turismo, que inclui um grande número de microempresas, também se beneficia da “imagem mais verde” associada ao reuso da água. Por exemplo, a reutilização de águas residuais é uma forma de contrabalançar o desenvolvimento ambientalmente controverso de campos de golfe em áreas com escassez de água (SALGOT; PRIESTLEY; FOLCH, 2012). Muitos operadores turísticos em áreas insulares com escassez de água – por exemplo, muitas ilhas gregas e Chipre – usam água recuperada para irrigação paisagística, embora a taxas altamente subsidiadas.

Valorização ambiental

As águas de reuso para a valorização ambiental incluem a restauração de pântanos, reposição de corpos d’água, lagos e cursos d’água urbanos para lazer ou pesca.

Reuso interno aos edifícios

O reuso interno aos edifícios é uma prática comum, especialmente em grandes edifícios de escritórios e grandes áreas residenciais e inclui, principalmente, descargas de vasos sanitários, ar-condicionado, máquinas de lavar. O tipo de água mais utilizado é o de lavagem dos telhados; o reuso de água cinza em edifícios residenciais ainda está sendo desenvolvido em países tecnologicamente avançados, muitas vezes em combinação com o reaproveitamento de água da chuva. Num consumo doméstico médio diário de água potável de 140 l / pessoa, 50% pode ser reposta por água não potável.

Uso urbano

Nas áreas urbanas, a água de reuso é utilizada principalmente para limpeza de ruas, lavagem de carros e combate a incêndio.

4 . ENVOLVIMENTO E PARTICIPAÇÃO DAS PESSOAS

Mesmo existindo domínio das técnicas e da tecnologia, tal conhecimento, por si só, é insuficiente para a superação das necessidades da população. A complexidade das situações vem demandando uma visão interdisciplinar e uma atuação intersetorial, a partir de um paradigma de atuação ainda por se construir e consolidar, visando assegurar a participação da sociedade no processo. Aspectos técnicos e financeiros são, sem dúvida, importantes, mas na ausência de uma abordagem política, na qual se privilegiem as condições sociais e as relações entre o sistema socioeconômico e o ambiente, não haverá uma verdadeira modificação do atual quadro (HELLER, 2005; LUNDQVIST; NARAIN; TURTON, 2001).

A seguir, são mostrados alguns obstáculos para o que pode ser chamado de “mudança de paradigma” e como eles podem ser tratados.

4.1 Aceitação Pública

O reuso de águas residuais levanta questões em termos de aceitação pública, particularmente para aplicações de água potável. O tipo de aplicação para a qual a água é reaproveitada é um fator importante para a aceitação pública, que diminui quando a saúde pública está em jogo ou quando há risco de contato ou ingestão de águas residuais. Por exemplo, a aceitação pública do reuso de água para irrigação de plantações para consumo ou para lavagem de roupas pode ser baixa, enquanto o reuso de água para colheita de bioenergia não causará sérias preocupações (INSTITUTE EUROPEAN ENVIRONMENTAL POLICY, 2012).

O inquérito realizado no âmbito do projeto Aquarec (2006) revelou que, de acordo com muitas pessoas, as águas residuais tratadas continuam a ser essencialmente águas residuais. Além disso, não se sabe que em muitas áreas urbanas e semiurbanas da Europa as águas superficiais ou subterrâneas têm uma qualidade bacteriana pior do que as águas residuais tratadas secundárias e que algumas áreas agrícolas são irrigadas com água extraída de qualidade inferior à da água tratada secundária. Também não se sabe que, em muitas bacias urbanizadas, os ciclos da água incluem, na verdade, o reuso indireto, não planejado e não controlado de águas residuais – às vezes até sem tratamento (BIXIO et al., 2006).

A aceitação pública é difícil até que os cidadãos estejam totalmente cientes da necessidade de reutilizar as águas residuais tratadas e considerem isso uma solução eficaz para lidar com a escassez de água e reservar água de alta qualidade para fins de água potável. A primeira fase de aceitação do uso de água regenerada é a aceitação pela comunidade da necessidade de fazê-lo. Nesse caso, o uso de água regenerada torna-se uma solução para um problema e este, por sua vez, é um fator importante de percepção pública (UK WATER INDUSTRY RESEARCH, 2005).

A aceitação pública também depende fortemente da compreensão do ciclo da água local. Uma consideração importante é a questão de quando as águas residuais deixam de ser “águas residuais” e se tornam apenas mais um recurso hídrico (UK WATER INDUSTRY RESEARCH, 2005). Nesse sentido, separar a fase de remediação e a fase de aplicação por diluição e armazenamento em um tanque ou água subterrânea pode ser um passo importante para ganhar aceitação, particularmente quando a retenção pode ser medida em semanas ou meses ao invés de dias (STRANG, 2004).

Um estudo recente teve como objetivo avaliar se o conhecimento prévio da reutilização potável não planejada afeta a aceitação da reutilização potável planejada (MACPHERSON; SNYDER, 2011), e revelou que a percepção dos usuários sobre a água recuperada pode melhorar significativamente, uma vez que recebem informações da existência de reuso não planejado de água potável. Também revelou que a terminologia continua a ter uma forte influência no nível de aceitabilidade, por exemplo, “água purificada” muito melhor percebida do que “águas residuais tratadas”, e que mais informações sobre monitoramento e testes são necessárias para aumentar a confiança.

As aplicações públicas de reuso de água podem ser instrumentais na construção de suporte para reuso em geral, com muitos planos estaduais ou nacionais de reuso usando aplicações ambientais como a primeira etapa em uma abordagem em várias camadas para abordar as percepções públicas e ampliar as aplicações (LAZAROVA et al., 2013).

A aceitação pública aumenta com um maior grau de envolvimento das partes interessadas. A esse respeito, o público, o fornecedor de água purificada e seus clientes são partes interessadas, juntamente com grupos ambientais, prestadores de serviços e

reguladores de água residual e água potável (UK WATER INDUSTRY RESEARCH, 2005).

Em 2012, foi realizada uma pesquisa sobre a percepção do público sobre a água reciclada entre os visitantes do Parque Olímpico de Londres, que inclui vários locais abastecidos com água reciclada não potável (SMITH; RUTTER; JEFFREY 2013). Os resultados mostraram um nível muito alto de apoio ao uso de água não potável reciclada, tanto em locais públicos como em residências. Embora esse estudo não tenha considerado a receptividade a quaisquer esquemas de reutilização de água potável, que são muito mais propensos a receber objeções, ele sugere que pode haver um amadurecimento crescente no diálogo público em geral.

Em França, durante um inquérito (COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE, 2014), também se observou um bom nível de aceitabilidade no que diz respeito ao reuso da água: a maioria da população francesa (68%) concorda em consumir frutas e legumes irrigados com água reciclada. No entanto, a pesquisa mostrou que menos da metade da população (45%) aceitaria o abastecimento doméstico de água potável produzida a partir de águas residuais.

Na Itália e na Grécia, as partes interessadas relataram que a aceitação pública foi um obstáculo fundamental para a disseminação mais ampla da reutilização de água para fins agrícolas. Na Itália, também foi relatado que os agricultores que produzem “alimentos de alta qualidade” ou “alimentos tradicionais” estão preocupados com a reação dos consumidores ao reaproveitamento da água nessas produções.

Nesse contexto, destaca-se a importância da integração entre as diversas políticas públicas que têm relação com o saneamento, por meio da parceria entre os setores do saneamento, da saúde, do meio ambiente, da habitação, da energia, do transporte e do planejamento urbano, entre outros, visando ao sucesso dos esforços para a proteção da saúde humana e da preservação do meio ambiente (HELLER, 2005; MOORE; GOULD; KEARY, 2003).

4.2 Governança e participação

Muitos participantes da indústria estão cientes de que a participação das partes interessadas é um fator-chave de sucesso para o desenvolvimento e operação eficiente de esquemas de reuso de água.

Para construir confiança e obter apoio, os desenvolvedores e as autoridades locais devem, portanto, iniciar ações de conscientização das partes interessadas, atividades de consulta e colaboração durante o desenvolvimento de novos esquemas de reutilização de água. Na maioria dos casos, o desenvolvimento de projetos de reuso de água representa, portanto, uma oportunidade para melhorar as práticas de boa governança e participação pública.

Frequentemente, o gerente se preocupa em fazer melhorias técnicas em seus sistemas, o que é recomendável, mas negligencia a comunicação com o usuário final.

Independentemente do escopo do projeto, é essencial desenvolver um plano de comunicação estratégica abrangente que identifique como a concessionária apresentará as informações e solicitará o envolvimento das partes interessadas. Esse plano deve pré-identificar e fornecer treinamento para aqueles que falarão em nome do projeto. O plano precisa considerar mensagens consistentes, incluindo as implicações de longo prazo da reutilização de mensagens.

Para se comunicar com o público de uma forma que os torne compreensíveis, as concessionárias precisam considerar cuidadosamente como as informações são apresentadas.

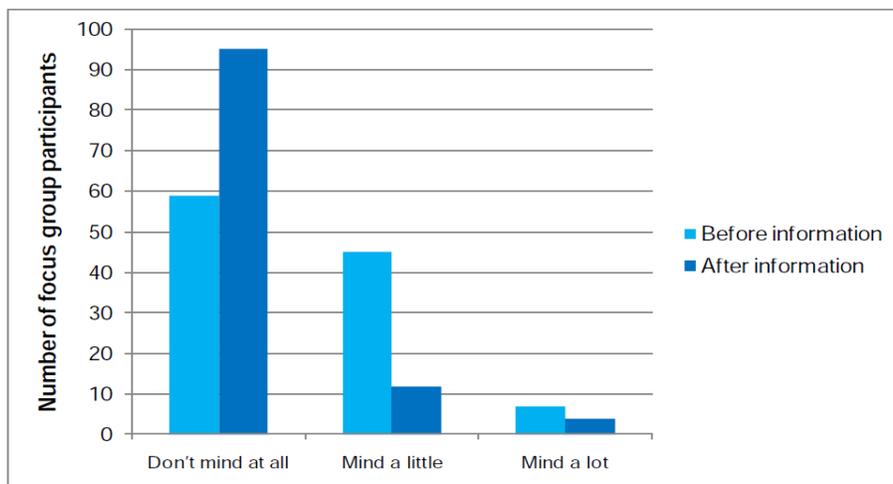


Figure 8-2
Focus group participant responses: before and after viewing information (Source: Adapted From WRRF, 2011)

Figura 4: Respostas dos participantes do grupo de foco: antes e depois de receber informações.

Fonte: adaptada de Watereuse Research Foundation (2011).

Imagens e frases que apoiam decisões informadas sobre o reuso da água ilustram que, embora alguns oponentes ferrenhos não mudem de ideia, uma parte significativa dos membros da comunidade pode mudar para encorajar a reutilização quando informações claras são fornecidas (WATEREUSE RESEARCH FOUNDATION, 2011). A Figura 4 fornece dados de grupos de foco em que as pessoas foram notadas como pertencentes a uma das três mentalidades com base em suas respostas à ingestão de água de reuso: “Eu me importo um pouco”, “Eu não me importo” ou “Eu me importo muito” (WATEREUSE

RESEARCH FOUNDATION, 2011). Os participantes receberam informações relacionadas ao reuso da água, incluindo detalhes técnicos de fácil compreensão e gráficos explicando o processo de purificação da água. Após essa partilha de informação, a maioria dos que se “preocupavam um pouco” mudou a sua opinião para “não faz mal”, embora muitos tivessem mais questões. A maioria dos que indicaram que “me importo muito” manteve essa posição.

Essa pesquisa mostrou claramente que se o vocabulário do setor e os meios de comunicação com o público não são bem compreendidos ou bem-vindos, muitas vezes causam confusão e contribuem para a desconfiança do público ou a não aceitação de projetos de reuso de água. Os termos para descrever a água reciclada produzida para aumentar o fornecimento de água potável que os entrevistados consideraram mais tranquilizadores, todos descreveram a altíssima qualidade da água e não incluíram o prefixo “re” (reutilizar, regenerar etc.). No outro extremo do espectro, os termos menos tranquilizadores encontrados são os mais usados pela indústria de água (WATEREUSE RESEARCH FOUNDATION, 2011).

Esse estudo também constatou que a maioria dos participantes prefere que a qualidade da água purificada seja descrita pelos usos para os quais é adequada, ao invés de um sistema de classificação, grau ou tipo de tratamento ou tipo de poluente removido. Pesquisas anteriores falam da aversão “visceral” das pessoas aos dejetos humanos e da dificuldade em superar a percepção de contaminação (ROZIN; FALLON, 1987).

Como um todo, esta pesquisa destaca a importância da linguagem na definição do contexto para as percepções das pessoas sobre a água purificada. Os resultados dos estudos incluem recomendações para práticas e terminologia relacionadas ao reuso de água que irão facilitar, em vez de erodir, a capacidade das pessoas de compreender e aceitar a água reutilizada como uma opção de abastecimento de água segura e confiável. Estes incluem:

- **Facilitar o entendimento:** os grupos focais mostraram que informações simples e fáceis de entender se traduzem em maior conhecimento e aceitação do reuso da água. Ao mesmo tempo, os materiais não devem ser excessivamente simplistas. As pessoas não querem informações gerais sobre a água, mas sim informações detalhadas (WATEREUSE RESEARCH FOUNDATION, 2011).
- **Esqueça o passado:** a água reciclada é melhor apresentada em termos de adequação para usos específicos, em vez de sua fonte.
- **Enfatize a pureza:** a palavra “puro” e seus derivados ajudam a tranquilizar as pessoas de que a água é segura.
- **Demonstrar que é parte integrante do ciclo:** o reuso da água é melhor apresentado no contexto do ciclo completo da água, estabelecendo as bases para que as pessoas entendam a verdade de que toda a água é reciclada.

- **Evite jargões:** muitos termos comuns aos profissionais de serviços de água – “floculação”, “tratamento primário”, “efluente” – são obscuros para a maioria das pessoas. É importante explicar o processo de purificação e seus resultados em termos claros e de fácil compreensão. Algumas pessoas percebem a terminologia altamente técnica como uma tentativa de ofuscar, que serve mais para corroer do que para gerar confiança.
- **Use imagens:** gráficos e imagens que ilustram de forma clara – e também inteligente – as etapas técnicas do processo de tratamento de água ajudam as pessoas a entender e acreditar na tecnologia por trás da purificação de água.
- **Analogias atuais:** as comparações podem ajudar as pessoas a compreender e avaliar melhor o risco.
- **Conte como está:** a terminologia comumente usada pela indústria pode dificultar a compreensão e aceitação pública da água reciclada. Os termos “constituintes emergentes da poluição”, “compostos orgânicos residuais” e “microconstituintes” são termos que podem ser confusos ou alarmantes para o público. O termo “emergente” provavelmente aumentará o senso de preocupação de uma pessoa, conotando isso não apenas como existente, mas como sujeito a se tornar maior ou mais virulento. O uso da palavra “poluição” expressa que isso é algo que deve ser motivo de preocupação. Termos alternativos foram propostos, classificando-os de acordo com o uso final, ou por possíveis efeitos no meio ambiente e na saúde humana. A ampla gama de diferentes tipos de compostos também pode causar confusão e não é bem compreendida pelo público em geral.

4.3 Água, saúde, cidadania ativa

Verifica-se, em localidades onde não há prestação de serviços pelos setores público e/ou privado, a adoção de medidas por conta da própria população que, sem orientação adequada, pode executá-las de forma imprópria, favorecendo danos à saúde.

Destaca-se aqui uma interessante observação aventada por Cairncross (1997) a respeito da importância do saneamento sob a perspectiva de um tipo específico de usuário: a saúde não é geralmente o objetivo mais importante do saneamento, na perspectiva dos usuários. Do ponto de vista do consumidor de baixa renda, o principal benefício do abastecimento de água é a conveniência de abastecer-se em casa e, em certos casos, a economia do custo da água comprada dos vendedores. (CAIRNCROSS, 1997).

A identificação da maneira como a comunidade entende suas condições de vida, de habitação, de saúde e sua relação com o meio ambiente pode vir a favorecer a implementação de medidas sanitárias e, conseqüentemente, a concretização dos objetivos

do saneamento, ou seja, a promoção da saúde e da qualidade de vida.

O desafio nesse sentido seria tratar o saneamento segundo uma abordagem que não assuma um caráter marcadamente técnico, mas que tenha de dar a devida importância ao homem e ao meio ambiente, objetivo final de suas ações. Assim, associada à implantação de estruturas físicas compostas por sistemas de engenharia, caberia incluir um conjunto de ações orientadas para a ampliação da consciência política da população, para atuar em prol de sua saúde, bem como uma estrutura institucional apta a gerenciar com base em uma visão intersetorial e capaz de compartilhar decisões com os usuários, atenta à relevância da participação popular, do controle e da inclusão sociais (SOUZA; FREITAS, 2006). Ressalta-se a importância da elaboração de políticas públicas que não apenas tenham como objetivo somente aumentar o atendimento de serviços de saneamento, mas também, e principalmente, trabalhar o homem como objeto detentor de conhecimento, que possui competência para agir em função da melhoria das condições de saúde (SOUZA, 2007).

Se não há consciência e compreensão da saúde, não haverá mudanças perduráveis no comportamento das pessoas.

De acordo com a abordagem de um trabalho da Organização Mundial da Saúde (OMS) (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 1996), quando as pessoas sabem que são responsáveis por encontrar uma solução, começam a exigir informação, demandas que, por sua vez, abrem caminho para o intercâmbio de informações e o diálogo. Tendo em vista a existência de um conjunto de barreiras que podem ser manejadas para ajudar a bloquear a transmissão de doenças, infere-se que há a possibilidade de as comunidades identificarem as intervenções apropriadas a elas, segundo as percebam como efetivas e de acordo com os recursos locais. Em suma, o enfoque dessa iniciativa é orientado ao crescimento.

Considera-se de grande relevância o entendimento da população no que se refere ao saneamento, de forma que as pessoas possam compreender a importância de seus serviços, reivindicá-los e utilizá-los, assim como promover a divulgação do conhecimento a respeito, visando à saúde. O entendimento sobre os serviços de saneamento e a integração entre eles possivelmente permite uma conscientização a respeito dos hábitos diários.

Com relação à percepção da população, Souza (2007) identificou, no discurso dos sujeitos pesquisados em seu estudo, o não entendimento do saneamento como um direito, considerando, por exemplo, enunciados do tipo “Eles fizeram, nos deram [...]”: “Nós ganhamos [...]”. Da mesma forma, é bem provável que grande parte da população não reconheça seu direito ao saneamento, assim como outros serviços, cuja oferta é de obrigação do poder público. Isso provavelmente está vinculado à carência de conhecimento pela população, principalmente aquela parcela mais desprovida, fruto da ausência de veiculação necessária de informações.

Embora se considere a importância da transmissão da informação, é preciso ter em mente que somente a posse de determinado saber não garante a atuação da pessoa. É preciso haver a capacitação do indivíduo de forma que ele assimile a informação e seja capaz de buscar informações e auxílio ou até mesmo de definir soluções. Isto é, que ele seja capaz de adquirir autonomia para realizar, por si, as ações e mudanças necessárias ao seu crescimento e desenvolvimento pessoal e social (COMUNICARTE, 2004). Quando se trata dos serviços de saneamento, o controle social e a participação popular são identificados como incipientes, ou até mesmo ausentes, ao contrário do que se pode notar nas áreas da saúde, do meio ambiente, de políticas urbanas e de recursos hídricos, as quais alcançaram legitimidade com velocidade muito maior (HELLER, 2007).

Da mesma forma que é importante responsabilizar o poder público e os gestores de serviços coletivos pela difusão da informação, identifica-se o papel da área acadêmica como fundamental na transmissão de conhecimentos à população. À academia caberia, além da realização de pesquisas de ponta, a produção de conhecimentos que promovam melhorias para as populações, tornando socialmente relevante o conhecimento produzido. Simeone (2005) considera que a cidadania não se restringe à inscrição de direitos nos dispositivos legais e só se completa quando os sujeitos têm consciência de sua capacidade de interferir na ordem social em que vivem, sendo apreendida pelos sujeitos em seu próprio movimento na sociedade. O autor alerta para o papel fundamental da universidade em aproximar da realidade cotidiana o saber nela e por ela produzido, com a cautela de não se dar, simplesmente, esse saber aos sujeitos, mas sim construí-lo na interação com eles, visando a uma produção coletiva de saberes. Acrescenta, ainda, que a aquisição da consciência cívica deve-se dar com a própria vivência da cidadania, com todas as suas contradições, pois, de outra forma, não há como garantir que, mesmo instituídos, os direitos da população concretizem-se no cotidiano.

5. CONCLUSÕES

Este capítulo pretendeu traçar brevemente um caminho bastante amplo: em primeiro lugar, são relatados os consumos de água doce e sua disponibilidade. É fácil perceber como a demanda por água aumentou muito nos últimos anos, mais do que a população cresceu. Mas é igualmente fácil ver como esses pedidos de água são extremamente diversificados e como a demanda por água potável é completamente minoritária, embora de – literalmente – importância vital.

A técnica moderna prevê, portanto, o uso de fontes ditas “não convencionais”, significando essencialmente o reaproveitamento de águas cinzas, devidamente tratadas se necessário, e da chuva. Numa sociedade em que, tradicionalmente, a água potável é utilizada para todos os fins e toda a água recolhida – águas residuais e pluviais – deve ser encaminhada para a purificação, esta nova orientação que prevê o reuso da água corre o

risco de ser percebida como um “novo paradigma”, dificilmente aceito pelos cidadãos.

Para tal, portanto, é necessário um trabalho cultural com os cidadãos que utilizam o serviço. Esse trabalho exige um esforço adicional por parte dos Gestores dos Serviços de Águas, normalmente empenhados no certamente louvável e em qualquer caso indispensável esforço técnico para melhorar a eficiência dos sistemas e redes, mas não igualmente empenhados no esforço de envolver a população e na explicação das escolhas técnicas.

Sem dúvida, há um problema de dificuldade em explicar corretamente a técnica devido à sua complexidade. Porém, acredita-se que a mudança de paradigma delineada, tecnicamente necessária para reduzir o impacto ambiental do uso dos recursos hídricos, pode constituir uma oportunidade de crescimento cultural e de cidadania consciente, de modo que sejam parte ativa e pró-ativa da mudança que se está se tornando cada vez mais necessária para o uso sustentável de nossos recursos vitais.

REFERÊNCIAS

AQUAREC. **Integrated Concepts for Reuse of Upgraded Wastewater**. Barcelona, 2006.

ASANO, T. *et al.* **Water reuse**: issues, technologies, and applications. New York: McGraw-Hill, 2007.

BIXIO D. *et al.* Wastewater reuse in Europe. **Desalination**, v. 187, n. 1/3, p. 89-101, 2006.

CAIRNCROSS, S. Modelos conceituais para a relação entre a saúde e o saneamento básico. *In*: HELLER L. *et al.* (ed.). **Saneamento e saúde em países em desenvolvimento**. Rio de Janeiro: CC&P Editores, 1997. p. 30-53.

COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE. Ressources en eau: perception et consommation des ménages français – résultats d'enquête. **Études & documents**, Paris, n. 106, p. 1-80, 2014. Disponível em: <http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0081/Temis-0081062/21654.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2021.

COMUNICARTE. **Glossário social**: mais que uma fonte de conhecimento, uma ferramenta indispensável de ação social. Rio de Janeiro: Comunicarte, 2004. Disponível em: https://www.comunicarte.com.br/assets/comunicarte_glossario_social.pdf. Acesso em: 28 nov. 2021.

EUREAU. **Statistics overview on water and wastewater in Europe 2008**. Brussels: EUREAU, 2009. Disponível em: <https://www.riool.net/documents/20182/331026/EUREAU+Statistics+2008.pdf/b76c-1848-50eb-4bb5-a239-5533244fdb86>. Acesso em: 28 nov. 2021.

GLOBAL WATER INTELLIGENCE. **Market-leading analysis of the international water industry**. Oxford: GWI, 2009.

GLOBAL WATER INTELLIGENCE. **Municipal water reuse markets 2010**. Oxford: Media Analytics Ltd., 2009.

HELLER, L. Basic Sanitation in Brasil: lessons from the past, opportunities for the present, challenges for the future. **Journal of Comparative Social Welfare**, Bode, v. 23, n. 2, p. 141-153, 2007.

HELLER, L. Política pública e gestão dos serviços de saneamento a partir de uma visão de saúde pública. *In*: ENCUENTRO POR UNA NUEVA CULTURA DEL AGUA EN AMERICA LATINA, FUNDACIÓN NUEVA CULTURA DEL AGUA, 1., 2005, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: Fundación Nueva Cultura del Agua, 2005.

INSTITUTE EUROPEAN ENVIRONMENTAL POLICY. **Service contract to support the impact assessment of the blueprint to safeguard Europe's waters**: assessment of policy options for the Blueprint. [Bruxelles]: IEEP: Acteon: Arcadis, 2012. (Report for DG ENV). Disponível em: <https://ec.europa.eu/environment/water/blueprint/pdf/FINAL%20REPORT%20LOT%202%2013%20Nov.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2021.

LAZAROVA, V. *et al.* **Milestones in water reuse**: the best success stories. London: IWA Publishing, 2013.

LUNDQVIST, J.; NARAIN, S.; TURTON, A. Social, institutional and regulatory issues. *In*: MAKSIMOVIC, C.; TEJADA-GUIBERT, J. A. **Frontiers in urban water management**. London: IWA Publishing, 2001. p. 30-53.

MACPHERSON, L.; SNYDER, S. Terminology, images and context: key to a sustainable future. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WATER RECLAMATION & REUSE, 8., 2011, Barcelona. **Anais** [...]. Barcelona: IWA, 2011.

MOORE, M.; GOULD, P.; KEARY, B. S. Global urbanization and impact on health. **International Journal on Hygiene and Environmental Health**, Jena, v. 206, n. 4/5, p. 269-278, 2003.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. **La iniciativa PHAST – transformación participativa para la higiene y el saneamiento**: un nuevo enfoque para el trabajo comunitario. Geneve: OMS, 1996. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/68960/WHO_EOS_96.11_spa.pdf. Acesso em: 28 nov. 2021.

ROZIN, P.; FALLON, A. E. A perspective on disgust. **Psychological Review**, Washington, D. C., v. 94, n. 1, p. 23-41, 1987. Disponível em: <https://doi.org/10.1037/0033-295X.94.1.23>. Acesso em: 28 nov. 2021.

SALGOT, M.; PRIESTLEY, G. K.; FOLCH, M. Golf course irrigation with reclaimed water in the mediterranean: a risk management matter. **Water**, Basel, v. 4, n. 2, p. 389-429, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w4020389>. Acesso em: 28 nov. 2021.

SIMEONE, M. A cidadania como possibilidade. **Diversa**, Belo Horizonte, v. 3, n. 8, 2005. Não paginado. Disponível em: <https://www.ufmg.br/diversa/8/artigo-acidadaniacomopossibilidade.htm>. Acesso em: 28 nov. 2021.

SMITH, H. M.; RUTTER, P.; JEFFREY, P. Public perceptions of recycled water: a survey of visitors to the London 2012 olympic park. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WATER RECLAMATION AND REUSE, 12., 2013, Windhoek. **Anais** [...]. Windhoek: IWA, 2013.

SOUZA, C. M. N. **A relação saneamento – saúde – ambiente: um estudo sobre discursos setoriais na perspectiva da promoção da saúde e da prevenção de doenças**. 2007. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2007.

SOUZA, C. M. N.; FREITAS, C. M. O. O saneamento na ótica da prevenção de doenças e da prevenção da saúde. *In*: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 30., 2006, Punta del Leste. **Anais** [...]. Punta del Leste: AIDIS, 2006.

STRANG, V. **The meaning of water**. New York: Berg Publishers, 2004.

UK WATER INDUSTRY RESEARCH. **Framework for developing water reuse criteria with reference to drinking water supplies**. London: UK Water Industry Research, 2005.

USEPA. **2012**: guidelines for water reuse. Washington, D. C: USEPA, 2012.

WATER MANAGEMENT REPORT. **Dipartimento di ingegneria gestionale, politecnico di Milano**. Milano: Water Management Report, 2018.

WATEREUSE RESEARCH FOUNDATION. **Extending the integrated resource planning process to include water reuse and other nontraditional water sources**. Alexandria: WRRF, 2011.

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Gestão e Tecnologia do

SANEAMENTO BÁSICO:

Uma abordagem na Perspectiva
Brasileira e Internacional


Ano 2022

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Gestão e Tecnologia do

SANEAMENTO BÁSICO:

Uma abordagem na Perspectiva
Brasileira e Internacional




Atena
Editora
Ano 2022