

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



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

**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](http://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**

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

**David W. Schnare**

### 1. HISTÓRIA DAS INDÚSTRIAS DOS EUA

O assentamento do que hoje são os Estados Unidos começou em 1600, sendo declarado nação em 1776. Os fundadores ratificaram sua primeira constituição em 1781, formando assim o primeiro governo federal. Achando essa formulação ineficiente, os fundadores escreveram uma nova constituição que os estados adotaram em 1789. A primeira estrutura regulatória federal para águas residuais surgiu 181 anos depois, em 1970. A estrutura federal de água potável surgiu quatro anos depois, muito tempo após o primeiro abastecimento de água nos Estados Unidos da América (EUA).

### 2. ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Vinte anos antes de os Estados Unidos declararem sua independência e 34 anos antes da nação ter um governo federal ativo, Hans Christopher Christians construiu o primeiro sistema de água dos EUA na cidade de Bethlehem, Pensilvânia, na época com menos de 500 casas. Cem anos depois (1850), apenas 83 sistemas de abastecimento forneciam água

potável ao público, 50 dos quais eram de propriedade privada e poucos deles tratavam a água captada. Só no início de 1800 começou a utilizar a filtragem com coagulação química para remover contaminantes, introduzida no final de 1800. A desinfecção com cloro passou a ser utilizada em 1908.

Entre 1880 e 1900, a indústria de abastecimento de água se expandiu rapidamente, de cerca de 600 sistemas de abastecimento para cerca de 3 mil com sistemas privados representando quase metade desse total. Em 1974, quando o primeiro programa regulatório federal começou sob os auspícios da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (Usepa), o Congresso estimava que havia cerca de 19.236 sistemas públicos de água (contando entidades públicas e privadas). Com base em uma nova avaliação do setor exigida pelo Congresso, a Usepa estimou que havia 34.631 em 1977. A estrutura regulatória, entretanto, obrigou os estados a fazerem sua própria avaliação, a ser relatada à Usepa. Essas avaliações identificaram aproximadamente 180 mil sistemas sujeitos à regulamentação, 58.768 dos quais eram sistemas comunitários de água que eram obrigados a cumprir as normativas vigentes. Destes, 39.253 atendiam a menos de 500 residentes, dos quais 21.585 atendiam a menos de 100 residentes.

### 3 . ESGOTO E ÁGUA

O tratamento de efluentes seguiu uma trajetória diferente. No início de 1800, as casas rurais tinham um banheiro externo sobre uma fossa séptica. Nas cidades, o lixo era levado para valas e sarjetas abertas. Em meados de 1800, as cidades enterraram esgotos sem nenhum tipo de tratamento. O esgoto fluía para rios e córregos ou era despejado em terras de cultivo como fertilizante. O regime de tratamento mais antigo consistia em tanques de sedimentação extravasando novamente nos cursos d'água. Este foi denominado tratamento "primário" e continua a ser a primeira fase do tratamento hoje.

A primeira extensão além disso foi o tratamento biológico, consistindo em um filtro de areia no qual as bactérias consumiriam parte da carga orgânica. Medford, Massachusetts, instalou essa técnica em 1887. Considerada ineficiente, a areia foi substituída por rocha na qual cresceram bactérias. Madison, Wisconsin, instalou o primeiro filtro gotejante em 1901. Em 1909, os tanques Imhoff entraram em uso, consistindo em uma câmara superior que permitia que os sólidos se assentassem e uma câmara inferior na qual os sólidos eram digeridos. Eles removeram de 30 a 60% da matéria suspensa e reduziram a demanda biológica de oxigênio das águas residuais de 24 a 40%. Eles passaram a ser amplamente utilizados nas décadas de 1930 e 1940, mas foram substituídos por processos semelhantes depois disso. Essa combinação de processos agora é chamada de tratamento "secundário".

Pós-tratamento, as estações de tratamento de efluentes tratavam os efluentes com cloro a partir de 1914, mas esse processo não se expandiu significativamente até que os regulamentos federais entrassem em vigor cerca de 60 anos depois. Na mesma medida, em 1916, o tratamento com lodo ativado entrou em uso, conforme discutiremos a seguir. Nos 50 anos seguintes, a engenharia de tratamento avançou, fornecendo tratamentos primários, secundários e terciários que produziam um efluente suficientemente puro para ser usado como água potável.

### 4 . EVOLUÇÃO DO MARCO REGULATÓRIO

Tanto o abastecimento de água quanto o tratamento de águas residuais começaram, e continuam sendo, responsabilidades locais supervisionadas pelos órgãos estaduais de saúde pública. Hoje, os estados atuam como os principais reguladores, mas adotam padrões federais ou permitem que o governo federal administre os programas em seus estados. Todos os estados adotaram o programa de água potável e todos os estados adotaram os elementos de descarga de águas residuais da Lei da Água Limpa.

Os programas regulatórios federais surgiram da crescente atenção às questões ambientais na década de 1960. Até 1970, a única responsabilidade federal era a pesquisa sobre água potável e tratamento de águas residuais. Em 1970, o Congresso dos EUA reconheceu que os programas regulatórios estaduais não eram adequados para proteger as

águas “nacionais”, pertencentes à nação, em vez das águas pertencentes exclusivamente aos estados. Ele promulgou a Lei da Água Limpa para proteger essas águas “nacionais” e estabelecer um programa regulatório comum em todo o país. Em 1974, o Congresso promulgou a Lei de Água Potável Segura por motivos semelhantes, estabelecendo um programa regulatório que garantiu água potável segura para uma nação com uma alta proporção de seus cidadãos viajando de cidade em cidade e em todo o país.

## 5 . REGULAMENTO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A regulamentação federal da qualidade da água potável começou em 1914, quando o Serviço de Saúde Pública dos EUA estabeleceu padrões para a qualidade bacteriológica da água potável servida ao público em viagem. Os padrões se aplicavam apenas a sistemas de abastecimento de água que forneciam água potável para transportadoras interestaduais, como navios e trens, e apenas a contaminantes capazes de causar doenças contagiosas. O Serviço de Saúde Pública revisou e expandiu esses padrões em 1925, 1946 e 1962. Os padrões de 1962, regulando 28 substâncias, eram os padrões federais de água potável mais abrangentes dos EUA antes da Lei de Água Potável Segura de 1974. Com pequenas modificações, todos 50 estados adotaram os padrões do Serviço de Saúde Pública como regulamentos ou como diretrizes para todos os sistemas públicos de água em sua jurisdição.

A eficácia dessa abordagem regulatória foi dramática. Em 1983, houve 30 surtos de doenças transmitidas pela água em sistemas de água comunitários, a maioria dos quais resultado de desinfecção inadequada. Em 1996, os surtos caíram para três e praticamente nenhum causado por causas bacterianas, virais ou parasitárias. O problema recente mais significativo tem sido o envelhecimento dos sistemas de água, por exemplo em Flint, Michigan. Os desafios em Flint surgiram não por causa da idade do sistema, mas porque a população de Flint caiu significativamente. A água em seu sistema de distribuição não se moveu tão rapidamente quanto planejado por falta de demanda. A cidade vinha comprando água de uma fonte cara. Optou por encerrar essa relação e reabrir sua antiga estação de tratamento de água, deixando de fazer a engenharia adequada dessa reabertura e provocando o esvaziamento de suas adutoras de distribuição, resultando em um descarte maciço de lodo acumulado e material biológico que ficava estável nos revestimentos da distribuição do sistema.

Esses tipos de problemas de qualidade da água continuarão a surgir nos Estados Unidos se a condição econômica de suas cidades de médio e grande porte não puder suportar o reparo e a substituição de infraestrutura de rotina. Os sistemas de distribuição de água têm sido rotineiramente projetados para uma expectativa de vida de 50 anos, mas muitos estão próximos dos 100 anos e o custo de sua substituição ou atualização é enorme.

## 6 . REGULAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

Em 1800, a população dos EUA cresceu de 5 milhões para 75 milhões de pessoas. A coleta de águas residuais serviu de 1 milhão em 1860 para 25 milhões em 1900. Em 1886, os primeiros padrões para carregamento e tratamento de descarga foram desenvolvidos na estação experimental de Lawrence, Mass, e para Chicago, Illinois. Não até 1899 o governo federal dos Estados Unidos emitiu sua primeira regulamentação federal de esgoto, por meio do Rivers and Harbors Appropriations (“Refuse Act”). Isso não fez mais do que proibir a descarga de sólidos em águas de navegação sem uma licença do Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA.

No início dos anos 1900, 1 milhão de pessoas eram servidas por 60 estações de tratamento de esgoto para remoção de sólidos flutuantes e sedimentados. No início dessa década, a população de esgoto aumentou na mesma proporção que a população total.

Em 1944, um modelo de previsão da Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) em riachos permitiu estimar a capacidade assimilativa de riachos, fornecendo assim uma base para regular as descargas por meio de um sistema de autorização. Isso resultou em um uso mais amplo de processos de tratamento secundário para remover DBO, mas também resultou no aumento de resíduos (lodo).

Embora as licenças do Corpo de Engenheiros fossem necessárias para descargas diretas, esse requisito não fornecia meios para as cidades atenderem aos limites de descarga emergentes. Em 1948, o Congresso aprovou a Lei Federal de Controle da Poluição da Água (FWPCA), cujo objetivo principal era fornecer fundos federais para pesquisas de qualidade da água e construção de estações de coleta e tratamento. Esse financiamento foi estendido em 1952 e 1966. Em 1960, metade da população dos Estados Unidos tinha acesso a alguma forma de tratamento de águas residuais, embora 70% da população vivesse em centros urbanos.

O aumento na pesquisa sobre processos de tratamento de águas residuais em 1960 abordou a remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo), (controle de eutrofização), uso de condicionadores químicos (polímeros, polieletrólitos), flotação por ar dissolvido para separação e espessamento aprimorados de sólidos. Novas configurações de processo incluem processos de lodo ativado de alta taxa, oxigênio de alta pureza, reatores de lote de sequenciamento, filtros de gotejamento de alta taxa e processos de lodo ativado por filtro de gotejamento híbrido, biorreatores de membrana e digestores de lodo aprimorados usando processos de alta temperatura, bem como desinfecção de efluentes.

A Lei da Água Limpa de 1970 foi o primeiro programa regulatório que estabeleceu critérios de qualidade da água que deveriam ser incorporados às licenças de descarte. Também transferiu a autoridade regulatória para a recém-formada Agência de Proteção Ambiental dos EUA, a ser compartilhada com os estados. Outras emendas ao programa

regulatório federal resultaram das Emendas da Lei Federal de Controle da Poluição da Água de 1972 (PL 92-500), as emendas da Lei de Água Limpa de 1977 e as subsequentes emendas em menor escala.

O principal elemento da Lei da Água Limpa é o desenvolvimento de Padrões de Qualidade da Água para águas receptoras (com base em usos designados e critérios relacionados à saúde humana e à vida aquática). O programa regulatório também incorporou uma política de antidegradação com monitoramento ambiental. Onde os padrões de qualidade da água não foram atendidos, as localidades e estados foram obrigados a criar um plano de estratégias e controles para melhorar as águas prejudicadas usando a abordagem de Carga Diária Máxima Total (TMDL) que refletisse a capacidade assimilativa das águas receptoras. Isso foi implementado por meio do programa de licenças do Sistema Nacional de Eliminação de Descargas de Poluentes (NPDES). Aplicou-se apenas a fontes “pontuais” de descarte e incluiu controle de tóxicos, pré-tratamento industrial de resíduos e descarte adequado de lodo (biossólidos).

Fontes não pontuais também foram regulamentadas por meio de um programa de licenciamento administrado pelos estados, mas não eram receptivas a padrões quantitativos de fiscalização. As emendas da Lei da Água Limpa também abordaram a proteção das zonas úmidas.

O aspecto fundamental das ações, no entanto, continuou fornecendo capital para construir tratamento e destinação adequados. Para isso, o Congresso criou fundos rotativos estaduais, um meio de conceder empréstimos e, em alguns casos, doações, para subscrever benfeitorias de capital. Os fundos reembolsados pelas localidades são devolvidos ao fundo para uso posterior.

## 7. TRATAMENTO DE ÁGUA

Não é intenção desta seção descrever em detalhes a evolução ou o *status* do tratamento de abastecimento de água nos EUA. As figuras a seguir fornecem uma descrição dos esquemas básicos de tratamento atualmente em uso. Dependem muito das fontes de água. O aspecto mais importante do tratamento da água é sua fonte. As águas subterrâneas requerem muito pouco tratamento, se retiradas de aquíferos bem protegidos, normalmente necessitando apenas de desinfecção. Em contraste, as águas superficiais, sendo as águas receptoras tanto do escoamento quanto da descarga de esgoto, requerem uma engenharia muito mais sofisticada.

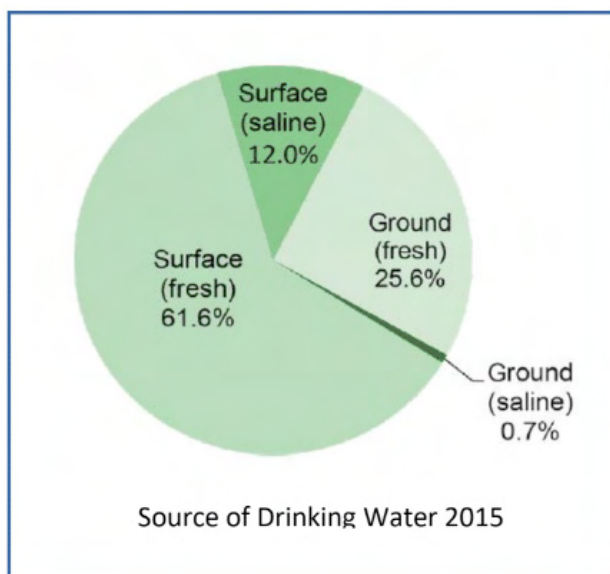


Figura 1: Fontes de água potável 2015.

Fonte: adaptada de Dieter e demais autores (2018).

A Figura 2 fornece um esquema simples das práticas atuais. Não são mostrados os tratamentos de acabamento, como carvão ativado e tratamento residual de desinfecção pós-tratamento (usado quando a desinfecção é por ozônio).



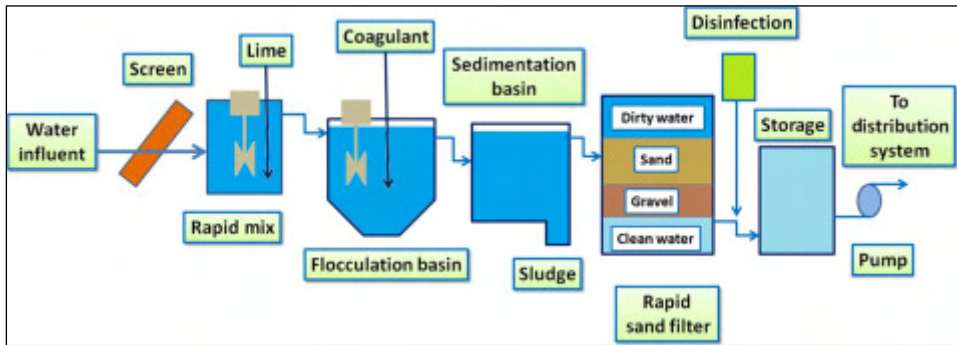


Figura 2: Instalação típica de tratamento de abastecimento de água.

Fonte: adaptada de Avlon (2020).

## 8 . TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

Em medida semelhante à discussão do tratamento de abastecimento de água, esta seção não pretende discutir em detalhes a evolução do tratamento de águas residuais nos EUA. Em resumo, o tratamento dessas águas evoluiu do uso do tratamento primário para o secundário e, nas últimas duas décadas, o tratamento terciário, para remover alguns nutrientes que prejudicam as águas receptoras, aumentando a níveis inaceitáveis o crescimento de algas. A Figura 3 fornece um diagrama simples do tratamento atual de águas residuais dos EUA.

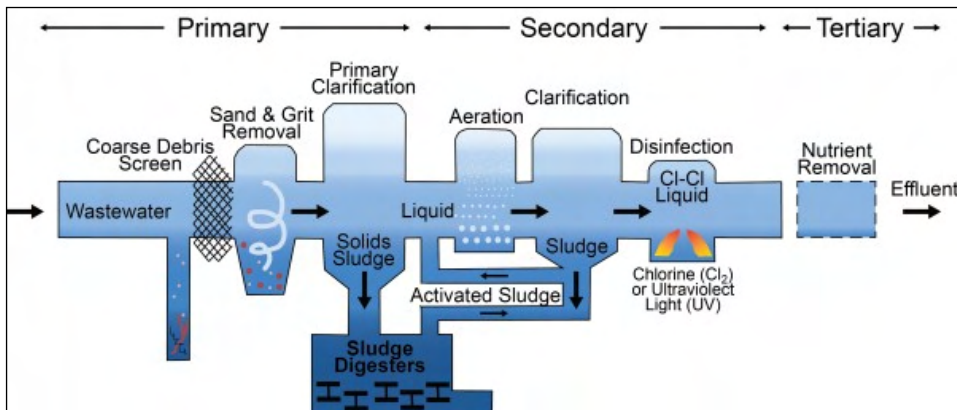


Figura 3: Tratamento de águas residuais.

Fonte: adaptada de Pecker (2020).

## 9 . REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA

Ostensivamente, a reutilização de água pode ser colocada dentro do assunto geral de tratamento de água, quando a reutilização é para abastecimento de água e como um método de descarte para águas residuais tratadas, quando distribuído de outra forma para uso não humano. A importância de reutilizar águas residuais tratadas, no entanto, cresceu significativamente e merece discussão em seus próprios méritos. Com o crescimento populacional e em linha com os limites do abastecimento de água doce, o reuso da água tornou-se essencial. A reutilização de água – também conhecida como reciclagem de água ou recuperação de água – recupera a água de uma variedade de fontes e a trata e reutiliza para fins benéficos, como agricultura e irrigação, abastecimento de água potável, reposição de lençóis freáticos, processos industriais e restauração ambiental. O reuso da água pode fornecer alternativas ao abastecimento de água existente e ser usado para aumentar a segurança, sustentabilidade e resiliência da água.

O reuso da água pode ser definido como planejado ou não planejado. O reuso não planejado de água refere-se a situações em que uma fonte de água é substancialmente composta por água utilizada anteriormente. Um exemplo comum de reutilização não planejada de água ocorre quando as comunidades obtêm seus suprimentos de água de rios, como o Rio Colorado e o Rio Mississippi, que recebem descargas de águas residuais tratadas das comunidades rio acima.

Reutilização planejada de água refere-se a sistemas de água projetados com o objetivo de reutilizar de forma benéfica um abastecimento de água reciclada. Frequentemente, as comunidades procuram otimizar o uso geral da água, reutilizando a água na medida do possível dentro da comunidade, antes que a água seja reintroduzida no meio ambiente. Exemplos de reutilização planejada incluem irrigação agrícola e paisagística, água de processo industrial, abastecimento de água potável e gestão de abastecimento de água subterrânea.

A Usepa não exige nem restringe qualquer tipo de reutilização. Geralmente, os estados mantêm autoridade regulatória primária, ou seja, primazia, na alocação e desenvolvimento de recursos hídricos. Alguns estados estabeleceram programas para abordar especificamente o reuso, e alguns incorporaram o reuso de água aos programas existentes. Environmental Protection Agency (EPA), estados, tribos e governos locais confiam na Lei da Água Potável Segura e na Lei da Água Limpa para proteger a qualidade das fontes de água potável, água potável da comunidade e corpos d'água como rios e lagos.



Figura 4: Uma instalação de tratamento de águas residuais terciária.

Fonte: adaptada de Upper Occoquan Service Authority (2021).

Algumas formas de reutilização planejada de água estão em vigor nos últimos 50 anos. Um exemplo importante de tratamento de águas residuais produzindo produção de qualidade de água potável é a Autoridade de Serviço do Alto Occoquan (UOSA). Em 1971, o Virginia Water Control Board, em acordo com o Departamento de Saúde da Virgínia, adotou uma política ousada e inovadora. A Política Occoquan determinou a criação da UOSA, uma agência regional, para fornecer tratamento de última geração para todas as águas residuais geradas na bacia hidrográfica do Occoquan e uma organização independente, o Laboratório de Monitoramento de Bacias Hidrográficas do Occoquan (OWML), para monitorar continuamente a bacia hidrográfica e aconselhar sobre medidas de proteção para o reservatório.

Em 1978, a UOSA Regional Water Reclamation Plant, localizada em 470 acres no oeste de Fairfax County e atendendo a quatro jurisdições – Fairfax County, Prince William County, City of Manassas e City of Manassas Park –, iniciou as operações e substituiu 11 pequenas estações de tratamento secundário na região. Ele descarrega seus efluentes no reservatório de Occoquan, uma das duas principais fontes de água potável para mais de 1,5 milhão de pessoas. O efluente é tão bem tratado que atende aos padrões de água potável e poderia ser canalizado diretamente para os clientes, mas em vez disso é usado para melhorar a qualidade da água bruta no reservatório. Desde 1978, a qualidade da água no Reservatório Occoquan tem melhorado constantemente e o efluente confiável e de alta qualidade produzido pela UOSA tem aumentado o rendimento seguro do reservatório.

Através de várias expansões, a capacidade inicial de 10 milhões de galões por dia (mgd) de UOSA foi aumentada para 32 mgd, e uma grande expansão para 54 mgd foi concluída. Após 40 anos de operações de grande sucesso, a água recuperada da UOSA é

um componente cada vez mais importante da estratégia de abastecimento de água potável para a área metropolitana de Washington.

Outras formas de reutilização planejada de água incluem:

- o sistema de reutilização de águas pluviais de 2 milhões de galões da Fundação Gates em Seattle, Washington, que coleta e trata a água de sua praça central e telhado não vegetativo para descarga de vasos sanitários, irrigação e reabastecimento de lagoas na praça central;
- irrigação com água reciclada na área do Projeto de Intrusão de Água Marinha de Castroville – 12 mil acres de terras férteis localizadas no Salad Bowl of the World, cerca de 10 milhas a leste de Monterey, Califórnia;
- condensado de aquecimento, ventilação e ar-condicionado (HVAC) capturado do edifício BioScience Research Collaborative da Rice University, que é descarregado na torre de resfriamento da South Power Plant da Universidade por meio do sistema de coleta de condensado HVAC;
- Eastern Municipal Water District, entregas de água reciclada para mais de 575 clientes para uso na agricultura, irrigação e processos industriais;
- purificação de água residual da Denver Water para uso como bebida por meio do Projeto de Demonstração PureWater Colorado em 2018;
- a Escola Bertschi em Seattle, Washington, filtros de micron montados na parede e desinfecção UV que trata a água reutilizada com um padrão potável. A escola também usa sua água servida para irrigar e fertilizar uma “parede verde” de plantas.

Por meio de parcerias públicas e privadas, os EUA desenvolveram um *National Water Reuse Action Plan* que se destina a estender a disponibilidade de recursos hídricos e reduzir o custo do tratamento da água em todo o país.

## 10 . DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL

A história da distribuição de água potável é longa e de forma alguma começou nos Estados Unidos. Ele refletia a história da urbanização e provavelmente pode ser datado de, no máximo, a era romana clássica. A fundição de ferro para tubo tornou-se prática em 1455 e a primeira instalação de tubo de ferro fundido, fabricado em Siegerland, Alemanha, ocorreu no Castelo de Dillenburg. O uso de água encanada nos EUA começou em 1652. Os primeiros tubos de água nos EUA foram colocados em Boston para trazer água de nascentes para o que hoje é a área do Quincy Market. Alguns desses tubos eram de ferro

fundido e outros de madeira.

Os primeiros sistemas de distribuição de água dos EUA construídos em conjunto com o projeto e construção de estações de tratamento de água começaram em 1754. Os primeiros sistemas de distribuição de água nos Estados Unidos foram construídos na Pensilvânia. A comunidade da Morávia em Bethlehem, Pensilvânia, afirma ter o primeiro sistema de água, seguido rapidamente por sistemas em Schaefferstown e Filadélfia, Pensilvânia. Cavalos moviam as bombas do sistema da Filadélfia e os canos eram feitos de toras perfuradas. Posteriormente, foram substituídos por tubos de aduelas de madeira feitos com aros de ferro para suportar altas pressões. As primeiras bombas movidas a vapor usadas para pressurizar o sistema foram instaladas em Belém dez anos depois. Ainda em 1980, a substituição da tubulação de distribuição na Filadélfia envolvia a substituição dos tubos de madeira por ferro fundido moderno.

O compartilhamento de conhecimento e *know-how* de engenharia entre os operadores de plantas de abastecimento de água começou em 1881 com a formação da American Water Works Association com 22 membros originais.

Somente na década de 1920 a indústria dos Estados Unidos começou a revestir as adutoras com argamassa de cimento. O revestimento de argamassa de cimento de adutoras de água é usado para minimizar a corrosão e a tuberculização. Os procedimentos de limpeza e revestimento de tubos existentes foram desenvolvidos na década de 1930.

Notavelmente, em 1921, a primeira edição dos *Padrões Comerciais na Indústria de Bombas* foi publicada como um panfleto de 19 páginas. Esses padrões se tornaram a principal referência para nomenclatura, teste e classificação de bombas e constituíram os primeiros padrões do Hydraulic Institute.

Somente em 1956 as articulações *push-on* foram desenvolvidas. A junta de tubo *push-on* usa uma junta de borracha. Esse tipo de montagem ajudou a agilizar a construção da tubulação. Nas décadas de 1960 e 1970, os engenheiros das escolas de engenharia dos EUA criaram modelos digitais de rede de tubos, com o advento dos computadores digitais e o estabelecimento da programação Fortran.

Pesquisadores em universidades começam a desenvolver modelos de redes de dutos e a disponibilizá-los para engenheiros em atividade. Don Wood da University of Kentucky, Al Fowler da University of British Columbia, Roland Jeppson da Utah State University, Chuck Howard e Uri Shamir do MIT e Simsek Sarikelle da University of Akron escreveram modelos de rede de tubos.

Em 1963, o Escritório Nacional de Padrões dos EUA aceitou o CS256-63 “Padrão Comercial para Tubos de Plástico PVC (SDR-PR e Classe T)”, o primeiro padrão dos EUA para tubos de água de cloreto de polivinila.

Depois que os ataques terroristas se tornaram comuns nos EUA, os esforços federais

aumentaram drasticamente a conscientização sobre a segurança. Em 2001, os sistemas de abastecimento de água foram obrigados a avaliar a sua segurança e perceberam o valor da modelagem da qualidade da água como uma ferramenta para proteger um sistema de água. O *software* de modelagem de água e Sistemas de Informação Geográfica (GIS) tornou-se altamente integrado com o lançamento do WaterGEMS, *software* que combina a funcionalidade de ambas as ferramentas.

## 11 . COLETA DE ÁGUAS RESIDUAIS

A coleta e a drenagem de águas residuais também são antigas, provavelmente iniciadas pela primeira vez no projeto de rua em áreas urbanas onde os resíduos eram despejados em canais construídos nas ruas e drenados para cursos de água, novamente visíveis em projetos de ruas romanos antigos.

Antes de 1700, muitas casas eram canalizadas para os riachos mais próximos por meio de toras vazadas. Em 1647, o primeiro regulamento – estado dos EUA – de “controle de poluição da água” foi colocado em vigor na colônia britânica de Massachusetts. No início até meados de 1700, a necessidade de um sistema de coleta de esgoto foi reconhecida e instalada. Na década de 1870, os esgotos eram muito pequenos; um interceptor era necessário. O primeiro interceptor “combinado” (nos EUA) foi autorizado em 1876, drenando água da chuva e esgoto. Os materiais eram principalmente tijolos. O novo sistema de “dreno principal” – esgoto combinado – foi projetado por Joseph P. Davis e se assemelhava – até certo ponto – ao plano de interceptação de esgoto de Londres. Um projeto de esgoto utilizou madeira para o invertido, tijolo para paredes laterais verticais e ardósia para a copa.

Um dos primeiros sistemas de bombeamento de esgoto – movido a vapor – foi colocado em serviço nas “principais obras de drenagem” de Boston em 1884. Boston usou um sistema de tubos de toras de madeira de 1652 a 1786; a cidade então substituiu esses tubos por outro conjunto de tubos de toras de madeira que permaneceram em serviço até 1848. A primeira cidade nos Estados Unidos a instalar canos de esgoto de concreto – como o material principal para as paredes dos esgotos – foi Washington, DC em 1885.

A descarga de esgoto doméstico em sistemas de esgoto começou por volta de 1857 sob a autoridade do Departamento de Esgoto da Filadélfia. Assim nasceu a versão americana de “lateral da casa”, “esgoto de conexão da casa” (HCS) ou “lateral do edifício”.

Os esgotos foram projetados e usados para transportar esgotos e águas pluviais por muitas décadas. Algumas cidades, entretanto, perceberam a utilidade de sistemas separados de coleta de água pluvial e sanitária. San Diego foi uma das poucas comunidades nos Estados Unidos que instalou esgotos – um sistema de esgoto sanitário “separado”; diâmetro de 6 “por diâmetro de 30” – desde o início, enquanto um *layout* de cidade planejado era implementado. Os primeiros esgotos foram iniciados em 1885,

quando a população da cidade era de cerca de 11 mil. Após a conclusão da primeira fase de melhorias de rua/infraestrutura, a cidade tinha 38,67 milhas de ruas, 38,1 milhas de esgoto e 14,7 milhas de “galhos residenciais”.

Em Cambridge, Massachusetts, o sistema de esgoto tem apenas cerca de um décimo do tamanho da rede de São Francisco, mas os desafios e custos de substituição são aproximadamente proporcionais. A cidade começou a construir sistemas separados na década de 1930, mas a essa altura a maior parte de sua infraestrutura já estava instalada. Ele substituiu oportunisticamente pequenas porções do sistema nas décadas subsequentes, mas começou a fazê-lo de forma mais sistemática há cerca de 20 anos. Na última década, em particular, tem usado sua crescente base tributária para financiar projetos de infraestrutura em geral, e o esquema de separação de esgoto em particular. Em algum momento nos próximos dez anos, Cambridge provavelmente fará uma entrevista coletiva para anunciar que se tornou a primeira cidade americana a separar totalmente um antigo sistema combinado.

A separação de sistemas combinados é um problema urgente, principalmente devido ao custo. Rotineiramente, quando desafiados por chuvas fortes, esses sistemas sobrecarregam as instalações de tratamento de águas residuais e causam o despejo de águas não tratadas em córregos e rios. O custo de reengenharia dos sistemas de coleta é extremamente caro. Por esse motivo, alguns estados se recusaram a aceitar a responsabilidade por essa parte do programa regulatório federal. O custo de atender às necessidades combinadas de esgoto é evidentemente inacessível, a menos que seja feito ao longo de um século. Por exemplo, St. Louis Missouri teria que gastar mais de US \$ 4,5 bilhões para dividir seus sistemas de coleta. Para cumprir os mandatos federais em 5 anos, ela precisaria aumentar seu programa de melhoria de capital em 300% e aumentar sua dívida em 3.000%, um nível de dívida impossível de financiar para qualquer cidade dos Estados Unidos.

## 12 . PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS

Austill Stuart é o diretor de privatização e reforma do governo da Reason Foundation e editor do *Annual Privatization Report* da Reason. Ele resume a utilidade e a experiência dos EUA na formação de parcerias público-privadas para lidar com o abastecimento de água e o tratamento e distribuição de águas residuais, que é parcialmente reproduzido aqui.

Muitos governos locais veem as Parcerias Público-Privadas (PPPs) como uma forma viável de atender às necessidades urgentes de investimento em infraestrutura de água e esgoto, dadas as contínuas pressões fiscais em todos os níveis de governo. Os mercados de água nos EUA permaneceram fragmentados em comparação com outros serviços públicos; de acordo com dados combinados da American Water Works Association e da National

Association of Water Companies, mais de 55 mil sistemas municipais de água atendem a 300 milhões de clientes, dos quais cerca de um quarto são de propriedade e/ou gestão privada.

Acordos de longo prazo para gerenciar sistemas de água, incluindo acordos abrangentes de PPP, podem incluir projeto, construção e financiamento de nova infraestrutura. Essas transações geralmente fornecem uma maneira de evitar atingir os clientes com o que, de outra forma, seriam aumentos de taxas mais acentuados. Os municípios não vendem ou alugam seus sistemas, nem normalmente assinam contratos de longo prazo, sem fazer alguma avaliação de que o acordo seria melhor do que fornecer esses serviços e cumprir essas funções internamente. Em junho de 2017, o Financiamento de Obras Públicas relatou que os governos locais de todo o condado estavam obtendo economia de custos ao firmar contratos de longo prazo e PPPs para sistemas de água e esgoto, incluindo grandes municípios como Atlanta, Honolulu, Phoenix, Seattle e Tampa Bay, como bem como pequenos municípios como Bessemer (Alabama), Franklin (Ohio), Lynn (Massachusetts) e Naugatuck (Connecticut).

“Nosso objetivo número um ao longo deste processo era encontrar um parceiro que pudesse nos ajudar a estabilizar as taxas de nossos contribuintes”, disse Bob Willert, diretor executivo da Autoridade Regional de Água do Condado de Delaware (Delcora), após tomar a decisão de vender seu sistema de águas residuais para uma empresa privada. “Em parceria com a Aqua Pennsylvania, a DELCORA conseguiu desenvolver um plano de estabilização de taxas com um operador experiente com conhecimento da comunidade local, ao mesmo tempo que preservou todos os empregos da DELCORA.”

E esse é um ponto importante: se o sistema fosse reparado ou atualizado, aumentos nas taxas eram inevitáveis. E os aumentos das taxas teriam sido maiores na ausência de investimentos do setor privado. Jim Zucal, diretor de serviços da cidade de St. Clairsville, Ohio, diz que a cidade está considerando privatizar o sistema, “Eu quero que eles tenham água potável limpa e segura a um preço justo e a Aqua está nos mostrando que eles podem fazer isso de uma forma limpa, maneira segura com um aumento mínimo e limitado.”

Para muitos governos, uma PPP ou privatização pode ser a melhor maneira de fazer as melhorias necessárias na infraestrutura, mantendo as taxas sob controle. Considere, por exemplo, que o cano mediano da canalização principal de água no distrito de Columbia tem mais de 80 anos e a substituição de seu sistema, no ritmo atual, levaria um século. No entanto, as taxas ainda estão subindo, de uma média de \$ 80,62 em 2015 para uma estimativa de \$ 114,48 no próximo ano – um aumento de 30% em cinco anos.

Os municípios estão enfrentando US \$ 1,7 trilhão em necessidades de infraestrutura de água. É improvável que os governos locais consigam obter esse financiamento sem aumentar maciçamente as taxas ou impostos sobre os cidadãos. Assim, a experiência do setor privado será necessária para desempenhar um papel fundamental na substituição e expansão da infraestrutura hídrica da América, mantendo as taxas acessíveis para os clientes.



Stuart e Desimone fornece um resumo das renovações de contratos público-privados de 2007 a 2016:

Tabela 1: Contratos público-privados de 2007 a 2016.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total (2007-2016)
Número de contratos contestados	788	117	127	151	147	103	86	98	79	105	18101
Renovados	741	105	96	111	83	85	72	86	61	91	1531
% Renovados	94.04%	89.74%	75.59%	73.51%	56.46%	82.52%	83.72%	87.76%	77.22%	86.67%	85.01%
Não renovados, mantidos privados	22	6	12	5	12	7	2	6	10	7	89
Total remanescentes privados	763	111	108	116	95	92	74	92	71	98	1620
% total remanescentes privados	96.8%	94.9%	85.0%	76.8%	64.6%	89.3%	86.0%	93.9%	89.9%	93.3%	90.0%
Total mantidos públicos	15	6	10	12	27	6	4	6	7	4	97
% total mantidos públicos	1.90%	5.13%	7.87%	7.95%	18.37%	5.83%	4.65%	6.12%	8.96%	3.81%	5.39%
Outros	1.27%	0.00	7.09%	15.23%	17.01%	4.85%	9.30%	-	1.27%	2.86%	4.66%

Fonte: adaptada de Stuart e Desimone (2017).

A Usepa estabeleceu um Centro de Financiamento da Água que fornece informações às comunidades interessadas em estabelecer PPP para financiamento inovador. O Water Finance Center colaborou com o Centro de Finanças Ambientais (EFC) da Universidade da Carolina do Norte (UNC) para desenvolver um relatório de PPP e Público-Públicas (P3s). O relatório da UNC fornece uma análise aprofundada de nove projetos nos quais as comunidades usaram P3s no setor de água, o UNC EFC Alternative Water Project Delivery Models Report. Esse Centro também desenvolveu um documento de perspectiva complementar para ampliar a compreensão deste método de aquisição alternativo, Perspective: “The Financial Impact of Alternative Water Project Delivery Models” in the Water Sector.

### 13 . PEQUENOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTO A PREÇOS ACESSÍVEIS

O maior desafio para garantir o abastecimento de água potável e o descarte de

águas residuais em pequenas comunidades não é a tecnologia, é o custo. O Congresso dos Estados Unidos reconheceu isso em 1974, e as soluções para abordar esse problema não têm sido universalmente bem-sucedidas. A natureza dos problemas reside em todo o mundo, onde famílias em pequenas comunidades não têm recursos para empregar operadores de estação de tratamento em tempo integral ou mesmo o custo de construção e manutenção de instalações de tratamento. A experiência dos Estados Unidos demonstra esse problema.

Os 21.585 sistemas de abastecimento de água que atendem a menos de 100 pessoas são predominantemente parques de *trailers* e pequenas áreas residenciais semelhantes que fornecem água aos residentes. Eles não se veem como “fornecedores de água”, quase nunca faturam pela água e, portanto, nunca precisam buscar aprovação para tarifas de água de qualquer órgão governamental.

Embora a Usepa ignorasse relativamente a situação econômica de sistemas de água muito pequenos quando tratou pela primeira vez da questão da acessibilidade, isso não é verdade hoje. Aproximadamente 5,2 milhões de pessoas vivem em 59.200 comunidades muito pequenas, das quais cerca de 50 mil foram identificadas como sistemas de água muito pequenos. A renda familiar média antes dos impostos de 2018 nessas comunidades muito pequenas é de \$ 31.500 e o patrimônio líquido médio dessas famílias é de \$ 15.300. Após os impostos, essa renda média cai para \$ 30.835. Seus ativos são predominantemente automóveis e residências. Eles atendem à descrição de comunidades não minoritárias (76,5% brancos, 13,2% negros). Eles gastam cerca de metade da média nacional em necessidades básicas, como moradia, alimentação, roupas, transporte, saúde, educação e pensões/contribuições para a seguridade social.

As famílias nessas comunidades estão à beira da pobreza constante, e uma grande porcentagem delas está bem nessa situação. O limite de pobreza é uma quantia em dólares especificada, considerada o nível mínimo de recursos necessários para atender às necessidades básicas de uma unidade familiar, e era igual a \$ 24.858 em 2017. A renda familiar média após os impostos nessas comunidades muito pequenas é quase igual a seus gastos, e apenas cerca de US \$ 6 mil acima do limite de pobreza, embora algumas famílias também recebam benefícios não monetários, como Medicaid, vale-refeição e Programa Nacional de Merenda Escolar. Em todo o país, em 2016, cerca de 22% da renda das famílias ficaram abaixo desse limiar de pobreza.

Existem poucas análises de renda em comunidades muito pequenas, ou seja, aquelas com menos de 500 ou menos de 100 residentes. O Censo dos EUA oferece informações sobre pequenos distritos escolares que ajudam a explicar a economia dessas comunidades. Na Virgínia, dos 137 distritos escolares, 22 atendem comunidades com menos de 5 mil famílias. A taxa média de pobreza domiciliar nessas comunidades é de 21,5%, 22% mais alta do que a média estadual. Quase um quarto dessas pequenas

comunidades têm taxas de pobreza familiar superiores a 30%.

À luz dessas restrições severas, a Usepa, a Associação de Qualidade da Água e a Associação de Administradores de Água Potável do Estado se engajaram em um projeto de demonstração, fornecendo dez pequenas plantas de pacotes de sistemas de água operadas por ciclistas que de outra forma mantinham sistemas de água industriais, comerciais e residenciais.

A tecnologia de embalagem oferece uma alternativa aos sistemas de tratamento convencionais no solo. Os processos de embalagem não são totalmente diferentes de outros processos de tratamento, embora vários modelos de planta de embalagem possam conter elementos de tratamento inovadores, quando úteis. A principal distinção técnica, entretanto, entre plantas embaladas e plantas projetadas sob medida é que as plantas embaladas são unidades de tratamento montadas em uma fábrica, montadas em *skid* e transportadas para o local. A diferença mais significativa, porém, é o custo. O uso de um pacote de planta e piloto de circuito – normalmente operado por gerenciamento remoto telemetrado – é totalmente um centésimo do custo de projetar e construir uma instalação no solo e operá-la usando um operador em tempo integral.

Várias grandes corporações, operando através de franquias de propriedade local, fornecem água e tratamento de águas residuais de baixo custo para instalações industriais. A qualidade da água acabada e as quantidades produzidas são semelhantes em tamanho às de pequenas comunidades. A Usepa operou o National Small Flows Clearinghouse (NSFC) para ajudar as pequenas comunidades e indivíduos da América a resolver seus problemas de águas residuais por meio de informações objetivas sobre os sistemas locais e descentralizados de coleta e tratamento de águas residuais. Os produtos e informações da NSFC eram o único recurso nacional desse tipo, lidando com pequenas infraestruturas de águas residuais comunitárias. O National Drinking Water Clearinghouse (NDWC) era uma organização de serviço público dedicada a ajudar pequenas comunidades coletando, desenvolvendo e fornecendo informações oportunas relevantes para questões de água potável. NDWC forneceu publicações, produtos, bancos de dados, referências e muito mais gratuitos e de baixo custo.

O NDWC foi patrocinado pelo Rural Utilities Service, uma divisão do Programa de Desenvolvimento Rural do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. O programa serviu como uma extensão de seu compromisso de fornecer assistência técnica às pequenas estações rurais de tratamento de água potável da América.

A Usepa falhou em continuar seus esforços para fornecer apoio aos estados e localidades com relação ao uso de tecnologia de pequenos fluxos. O Centro Nacional de Serviços Ambientais da West Virginia University tornou-se o repositório do trabalho realizado pelos programas de assistência a pequenos fluxos de água e esgoto. As pequenas comunidades podem, no entanto, continuar a trabalhar com empresas de plantas

de embalagem comercial e suas agências reguladoras estaduais para empregar soluções de água e esgoto acessíveis.

A disponibilidade de tecnologia de pacote, em conjunto com a operação remota da planta – até mesmo a operação internacional por telemetria –, pode fornecer soluções acessíveis para pequenas comunidades rurais e suburbanas.

## 14 . CONCLUSÕES

Os Estados Unidos, como todas as nações, enfrentaram desafios únicos, alguns culturais, alguns econômicos, alguns políticos. O que os EUA têm a oferecer a seus amigos internacionais são tecnologias bem projetadas e oportunidades para educação de pós-graduação em engenharia de saúde pública em suas principais escolas universitárias de saúde pública. O sistema regulatório dos EUA não é fácil ou necessariamente exportável para outras nações. As responsabilidades do governo cívico e local controlarão a aplicação de tecnologias de água e esgoto. A experiência dos EUA pode fornecer uma visão sobre a melhor forma de adaptar a tecnologia às condições terrestres, hidrológicas, de infraestrutura e políticas locais.

## REFERÊNCIAS

AVLON. Water TREATMENT Suppliers in the Philippines and their water screening equipment. **Avlon**, [s. l.], 2020.

DIETER, C. *et al.* Estimated use of water in the United States in 2015. **U.S. Geological Survey Circular 1441**, United States, 2018.

PECKER, H. Waste water treatment – ultimate guide. **ConstructionHow**, [s. l.], 2020.

SCHNARE, D. W. Safe drinking water act affordability' principles – the historical context, economic validity and legal viability of proposed alternatives. **Southern Economics Association**, [s. l.], 2019.

STUART, A.; DESIMONE, N. Annual privatization report 2017 local government privatization. **Reason Foundation**, [s. l.], 2017.

U.S. EPA. National water reuse action plan. **U.S. EPA**, United States, 2020.

U.S. EPA. Perspective: the financial impact of alternative water project delivery models in the water sector. **U.S. EPA**, United States, 2017.

UNIVERSITY OF NORTH CAROLINA. The financial impacts of alternative water project delivery models: a closer look at nine communities. **University of North Carolina**, Chapel Hill, 2017.

UPPER OCCOQUAN SERVICE AUTHORITY. [s. l.], 2021.

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

Gestão e Tecnologia do

# SANEAMENTO BÁSICO:

Uma abordagem na Perspectiva  
Brasileira e Internacional

  
Atena  
Editora  
Ano 2022