



**INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO
PARA A AGRICULTURA – IICA**

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO SETOR ÁGUA – INTERÁGUAS

**ELABORAÇÃO DE SUBSÍDIOS TÉCNICOS PARA NORMA LEGAL DO CNRH
SOBRE USO RACIONAL E REÚSO DE ÁGUA, UTILIZANDO-SE COMO BASE
AS CATEGORIAS DE USO INDUSTRIAL, AGRÍCOLA E DOMÉSTICO**

Produto II – Súmula dos conhecimentos sobre uso racional e reúso de água

Número do Volume: II Título do Volume: Produto II	Consultor: Daniel Vieira Minegatti de Oliveira 23/10/2018
-------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------

Identificação			
Consultor(a)/Autor(a): Daniel Vieira Minegatti de Oliveira			
Número do Contrato: 117236 (MMA - Processo SEI n. 02000.000740/2017-28)			
Nome do Projeto: ELABORAÇÃO DE SUBSÍDIOS TÉCNICOS PARA NORMA LEGAL DO CNRH SOBRE USO RACIONAL E REÚSO DE ÁGUA, UTILIZANDO-SE COMO BASE AS CATEGORIAS DE USO INDUSTRIAL, AGRÍCOLA E DOMÉSTICO			
Classificação			
Temas Prioritários do IICA			
Agronegócio e Comércio		Recursos Naturais e Mudanças Climáticas	X
Desenvolvimento Rural Sustentável	X	Comunicação e Gestão do Conhecimento	
Sanidade Agropecuária e Qualidade dos Alimentos		Infraestrutura no Meio Rural	X
Modernização Institucional	X	Educação - Formação	
Políticas Públicas	X	Financiamento Público	X
Inovação Tecnológica	X	Outros:	
Palavras-chave: Águas residuárias, Políticas públicas, Uso racional de água, Reúso de água.			
Resumo			
Título do Produto: Produto II – Súmula dos conhecimentos sobre uso racional e reúso de água.			
Subtítulo do Produto: Relatório técnico referente a Súmula dos conhecimentos sobre uso racional e reúso de água.			
Síntese do Produto: Relatório técnico, em formato de publicação, contendo a súmula dos conhecimentos resultantes das análises dos Projetos Nacionais (âmbito federal, estadual e municipal) e internacionais, incluindo experiências relatadas em artigos técnicos e científicos, passíveis de utilização no país, bem como a avaliação de normativos legais e técnicos (leis, decretos, resoluções, etc.) federais, estaduais e municipais sobre uso racional e reúso de água, considerando também os projetos de lei em tramitação no Congresso Nacional.			
Área de Abrangência			
País: Brasil <u> x </u> ; Outro(s):			
Região: Norte <u> x </u> ; Sul <u> x </u> ; Centro-Oeste <u> x </u> ; Nordeste <u> x </u> ; Sudeste <u> x </u> ; Outra(s):			
Estado(s):			
Cidade(s):			

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Volume de reúso de efluente tratado no mundo, por Mm ³ /dia	30
Figura 4.1: <i>Water-energy-food Nexus</i>	51
Figura 6.1: Estrutura global do PNUEA.....	146
Figura 6.2: Etapas de Implantação de um PCRA.....	156
Figura 6.3: Exemplo de metodologia para a implementação de um PCRA em edificações existentes.....	161
Figura 8.1: Reúso de águas residuárias tratadas no mundo	190
Figura 8.2: Reúso de água no estado da Flórida – EUA	192
Figura 8.3: Reúso de água no estado da Califórnia – EUA	192
Figura 8.4: Esquema do Projeto de UOSA.....	195
Figura 8.5: Fluxograma atual dos processos avançados de tratamento de UOSA.....	196
Figura 8.6: Atotonilco – Localização do ponto de lançamento do emissário central e da ETE.....	201
Figura 8.7: Fluxograma dos processos da ETE Avançada Atotonilco	202
Figura 8.8: Layout das instalações da ETE Avançada Atotonilco.....	204
Figura 8.9: Esquema simplificado do projeto em Windhoek	209
Figura 8.10: Fluxograma do processo atual da ETAR Goreangab	209
Figura 8.11: Esquema do projeto de recarga de lençóis freáticos de Perth.....	214
Figura 8.12: Fluxograma do projeto piloto de recarga de lençóis freáticos de Perth.....	215
Figura 8.13: PCC da ETAR Piloto	216
Figura 8.14: Fluxograma do processo de tratamento da ETAR Beenyup.....	217
Figura 8.15: Estrutura tarifária de Perth	218
Figura 8.16: Instalações da EPAI Aquapolo	233
Figura 8.17: Fluxograma da EPAI Aquapolo	234
Figura 8.18: ETE Norte – Sistema Paranoá	241
Figura 8.19: ETE Sul – Sistema Paranoá.....	242
Figura 8.20: Fluxograma do processo de tratamento – Sistema Paranoá	243

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Países europeus que mais reúsam águas residuárias tratadas	33
Tabela 3.2: Países europeus com maior potencial de reúso de águas residuárias tratadas ...	33
Tabela 4.1: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água para fins agrícolas de acordo com a OMS	73
Tabela 4.2: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água segundo USEPA (2012).....	74
Tabela 4.3: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Austrália – modalidade de uso agrícola	78
Tabela 4.4: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na região do Mediterrâneo – modalidade de uso agrícola.....	78
Tabela 4.5: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Califórnia – modalidade de uso agrícola	79
Tabela 4.6: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água no Japão – modalidade de uso agrícola	80
Tabela 4.7: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na China – modalidade de uso agrícola.....	81
Tabela 4.8: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água em Portugal – modalidade de uso agrícola.....	82
Tabela 4.9: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Espanha – modalidade de uso agrícola	83
Tabela 4.10: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água segundo ISO 16.075/2015 – modalidade de uso agrícola.....	84
Tabela 4.11: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de águas cinzas no Chile – modalidade de uso agrícola	85
Tabela 4.12: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de esgotos sanitários ⁽¹⁾ segundo Prosab (2003) – modalidade de uso agrícola	86
Tabela 4.13: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Califórnia (EUA) – modalidade de uso industrial	88
Tabela 4.14: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Espanha – modalidade de uso industrial.....	88
Tabela 4.15: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na China – modalidade de uso industrial	89
Tabela 4.16: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Austrália – modalidade de uso industrial.....	90

Tabela 4.17: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na região do Mediterrâneo – modalidade de uso doméstico	91
Tabela 4.18: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Austrália – modalidade de uso doméstico	92
Tabela 4.19: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Califórnia (EUA) – modalidade de uso doméstico	93
Tabela 4.20: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água no Japão – modalidade de uso doméstico	94
Tabela 4.21: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na China – modalidade de uso doméstico	95
Tabela 4.22: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água em Israel – modalidade de uso doméstico	97
Tabela 4.23: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Espanha – modalidade de uso doméstico.....	98
Tabela 4.24: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água em Portugal – modalidade de uso doméstico	100
Tabela 4.25: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água segundo ISO 16.075/2015 – modalidade de uso doméstico	101
Tabela 4.26: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de águas cinzas no Chile – modalidade de uso doméstico.....	101
Tabela 4.27: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água conforme as resoluções/normas nacionais	104
Tabela 4.28: Sugestão de parâmetros e padrões a serem adotados em uma resolução/norma nacional para reúso de água	114
Tabela 6.1: Eficiência de irrigação de acordo com o sistema de irrigação adotado	149
Tabela 8.1: Dados dos projetos internacionais encontrados.....	193
Tabela 8.2: Padrões de qualidade e requisitos de monitoramento – Projeto UOSA	197
Tabela 8.3: Qualidade típica do efluente tratado da UOSA	198
Tabela 8.4: Características do efluente bruto e metas do efluente tratado da ETE Avançada Atotonilco	205
Tabela 8.5: Custo de produção da água de reúso da ETAR Goreangab	212
Tabela 8.6: Dados dos principais projetos nacionais encontrados.....	229
Tabela 8.7: Parâmetros de qualidade exigidos pelo Polo Petroquímico de Capuava/SP para água de reúso.....	235

Tabela 8.8: Limite de concentração e porcentagem de remoção das ETEs Norte e Sul – Sistema Paranoá	244
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Tabela 8.9: Áreas prioritárias de atuação pertencentes aos Sistemas de Abastecimento de Água selecionados.....	248
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1: Conceitos, nomenclaturas e terminologias empregados no contexto do uso racional e reúso de água.....	15
Quadro 3.1: Principais benefícios da implementação do uso racional e reúso de água.....	27
Quadro 3.2: Potenciais riscos com a implementação do uso racional e reúso de água.....	27
Quadro 4.1: Principais publicações ou fontes de referências no âmbito internacional sobre uso racional e reúso de água.....	41
Quadro 4.2: Principais modalidades de reúso e aplicações típicas no mundo	44
Quadro 4.3: Principais modalidades de reúso e aplicações típicas no mundo – referências no âmbito internacional	45
Quadro 4.4: Normativos legais e diretrizes no âmbito federal sobre uso racional e reúso de água.....	53
Quadro 4.5: Projetos de lei existentes atualmente em tramitação na Câmara dos Deputados e no Senado em relação ao uso racional e reúso de água.....	54
Quadro 4.6: Competências do CNRH segundo a Lei n. 9.433/1997 e respectivos comentários	58
Quadro 4.7: Normativos legais e diretrizes no âmbito estadual e municipal sobre uso racional e reúso de água	61
Quadro 4.8: Publicações e finalidades para água de reúso	72
Quadro 4.9: Exemplos de diretrizes existentes de reúso de água em alguns países	103
Quadro 6.1: Principais publicações ou fontes de referências nacionais sobre o uso racional de água	142
Quadro 6.2: Classificação das medidas de conservação e uso racional da água segundo PNCDA	143
Quadro 6.3: Classificação das medidas de conservação e uso racional da água na modalidade de uso agrícola segundo PNUEA	153
Quadro 6.4: Classificação das medidas de conservação e uso racional da água na modalidade de uso industrial de acordo com PNUEA	158
Quadro 6.5: Classificação das medidas de conservação e uso racional da água na modalidade de uso doméstico segundo PNUEA.....	166
Quadro 8.1: Análise dos projetos internacionais	223
Quadro 8.2: Tecnologias desenvolvidas pela Embrapa para o uso racional da água na agropecuária brasileira	250

Quadro 8.3: Análise dos projetos nacionais	252
Quadro 9.1: Resumo dos dados financeiros de projetos nacionais e internacionais	258

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

Abes	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACT	Acordos de Cooperação Técnica
AESBE	Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento
AIDIS	Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
ANA	Agência Nacional de Águas
BIRD	Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento
BIE	Banco de Investimento Europeu
CEC	Contaminants of Emerging Concern
CEF	Caixa Econômica Federal
Cemig	Companhia Energética de Minas Gerais
Cetesb	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIHEAM	Centre international de hautes études agronomiques méditerranéennes
CIRRA	Centro Internacional de Referência em Reúso de Água
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
CNO	Construtora Norberto Odebrecht
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Cofins	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
Coema	Conselho Estadual de Meio Ambiente
Compesa	Companhia Pernambucana de Saneamento
Conagua	Comissão Nacional da Água – México
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CRH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo
CTC	Centro de Tecnologia Canavieira
CTCT	Câmara Técnica de Ciência e Tecnologia
CTCOB	Câmara Técnica de Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos

CTEM	Câmara Técnica de Educação, Capacitação, Mobilização Social e Informação em Recursos Hídricos
CTPOAR	Câmara Técnica de Integração de Procedimentos, Ações de Outorga e Ações Reguladoras
CTPRH	Câmara Técnica do Plano Nacional de Recursos Hídricos
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DEC	Department of Environment and Conservation da Austrália Ocidental
DF	Distrito Federal
DMC	Distrito de Medição e Controle
DOH	Department of Health (Departamento de Saúde) da Austrália Ocidental
DoW	Departamento de Água – Austrália
DVI	Declaração sobre Viabilidade de Implantação
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EEA	European Environment Agency
EIA	Estudos de Impacto Ambiental
EPAI	Estação de Produção de Água Industrial
ETA	Estação de tratamento de água
ETAR	Estação de Tratamento de Água de Reúso
ETE:	Estação de Tratamento de Efluentes
EUA	Estados Unidos da América
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
Fapesc	Fundação de Amparo à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina
Fiesp	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
Funcap	Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FGTS	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
GT	Grupo de Trabalho
GWD	Groundwater Directive (Diretiva de Águas Subterrâneas)
Ibama	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IFC	Corporação Financeira Internacional
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INAG	Instituto da Água de Portugal
IICA	Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura
INTERÁGUAS	Programa de Desenvolvimento do Setor Água
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
IRPJ	Imposto de Renda Pessoa Jurídica
ISO	International Organization for Standardization
IWA	International Water Association
LP	Licença Prévia
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
MAOT	Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território de Portugal
Mapa	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCidades	Ministério das Cidades
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MFCN	Mecanismo Financeiro para o Capital Natural
MI	Ministério da Integração Nacional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MS	Ministério da Saúde
NBR	Norma Brasileira
NHMRC	National Health and Medical Research Council
NRC	National Research Council
ONU	Organização das Nações Unidas
OMS	Organização Mundial da Saúde
OR	Osmose Reversa
PCC	Pontos Críticos de Controle
PCJ	Bacia do Piracicaba, Capivari e Jundiaí

PCRA	Programas de Conservação e Reúso de Água
PL	Projeto de Lei
PLS	Projeto de Lei do Senado
PMSS	Programa de Modernização do Setor de Saneamento –
PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PNUEA	Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água – Portugal
Pnuma	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PR	Paraná
Prosab	Programa de Pesquisas em Saneamento Básico
Prosub	Programa de Reaproveitamento de Águas de Drenagem Subterrânea
PSHCVM	Programa de Sustentabilidad hídrica de la Cuenca del Valle de México
Pura	Programa de Uso Racional da Água – Estado de São Paulo
Purae	Programa de Conservação e Uso racional da Água nas Edificações
RIMAs	Relatórios de Impacto Ambiental
Sabesp	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
Sanasa	Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A de Campinas/SP
SAWS	San Antonio Water Systems
Semace	Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará
SES	Secretaria Estadual de Saúde de São Paulo
Sisnama	Sistema Nacional de Meio Ambiente
Sinduscon	Sindicato da Indústria da Construção Civil
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SMA	Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
NSNA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
SP	São Paulo
SPE	Sociedade de Propósito Específico
SRH	Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará

SSRH	Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
TEO	Tunel Emisor Oriente
UE	União Europeia
UFV	Universidade Federal de Viçosa
Udesc	Fundação Universidade do Estado de Santa Catarina
UE	União Europeia
UN	United Nations
Unep	United Nations Environment Programme
UNICA	União da Indústria da Cana-de-Açúcar
UOSA	Upper Occoquan Service Authority
USAID	United States Agency for International Development
USDA	United States Department of Agriculture
USEPA	United States Environmental Protection Agency
WUCB	Water Use and Conservation Bureau
WFD	Water Framework Directive
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. PRINCIPAIS CONCEITOS, NOMENCLATURAS E TERMINOLOGIAS	20
2.1 Análise crítica	22
3. PANORAMA DO USO RACIONAL E REÚSO DE ÁGUA NO MUNDO	27
3.1 Análise crítica	37
4. NORMATIVOS LEGAIS E DIRETRIZES	41
4.1 Contexto internacional	41
4.1.1 Potencializadores para o uso racional e reúso de água	48
4.2 Contexto nacional	52
4.2.1 Âmbito federal	52
4.2.1.1 Considerações sobre o CNRH	58
4.2.2 Âmbitos estadual e municipal	60
4.3 Diretrizes, parâmetros e padrões recomendados	70
4.3.1 Modalidade de uso agrícola	77
4.3.2 Modalidade de uso industrial	87
4.3.3 Modalidade de uso doméstico	91
4.3.4 Considerações sobre outros contaminantes	108
4.4 Análise crítica	110
5. PROCESSO DE LICENCIAMENTO E OUTORGA PARA A PRÁTICA DE REÚSO	116
5.1 Âmbito internacional	116
5.2 Âmbito nacional	124
5.2.1 Nível federal	124
5.2.2 Níveis estadual e municipal	132
5.3 Análise crítica	138

6.	USO RACIONAL DA ÁGUA	140
6.1	Modalidade de uso agrícola	146
6.2	Modalidade de uso industrial	154
6.3	Modalidade de uso doméstico	158
6.4	Análise crítica	168
7.	LACUNAS E DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO USO RACIONAL E REÚSO DE ÁGUA.....	171
7.1	Contexto internacional	171
7.2	Contexto nacional	178
7.3	Análise crítica	187
8.	PROJETOS INTERNACIONAIS E NACIONAIS	189
8.1	Projetos internacionais.....	189
8.1.1	Análise dos projetos	222
8.2	Projetos nacionais	228
8.2.1	Análise dos projetos	251
8.3	Análise crítica	254
9.	MECANISMOS E MODELOS DE FINANCIAMENTO.....	256
9.1	Âmbito internacional	261
9.2	Âmbito nacional	278
9.3	Análise crítica	281
10.	PAPEL DO CNRH EM RELAÇÃO À TEMÁTICA.....	283
11.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	289
	REFERÊNCIAS	297

1. INTRODUÇÃO

A grave crise hídrica que afeta atualmente diversas regiões do Brasil evidencia a necessidade de ações em nível local, estadual e federal para atender com segurança as demandas hídricas atuais e futuras.

O papel do Governo Federal brasileiro, nesse sentido, é fundamental para que essas ações sejam implementadas de forma integrada em todo o País. Duas dessas opções de ações podem ser a promoção do uso racional e o reúso de água.

Antes, porém, o Governo Federal deve promover uma regulamentação, com um arcabouço legal factível, que possibilite sua implementação de forma segura e sustentável, do ponto de vista ambiental, sanitário e jurídico.

No Brasil, tal regulamentação encontra-se em curso. Após a Constituição Federal, em seu art. 21, inciso XIX, instituir que compete à União estabelecer sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso, foi somente em 1997 que a Política Nacional de Recursos Hídricos foi constituída, por meio da Lei n. 9.433/1997. Entre seus objetivos, está a utilização racional e integrada dos recursos hídricos com vistas ao desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que compõe um dos instrumentos da política aprovado em 2006 pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), incluiu o Programa VI: Usos Múltiplos e Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, o qual traz o Subprograma VI.2: Gestão da oferta, da ampliação, da racionalização e do reúso de água.

No que se refere ao reúso, em 28 de novembro de 2005, a Resolução CNRH n. 54/2005 estabeleceu modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água e definiu reúso de água como a utilização de águas residuárias, que podem ser oriundas de esgoto sanitário, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratadas ou não. Compreende a prática de racionalização e de conservação de recursos hídricos, de acordo com os princípios estabelecidos na Agenda 21. Por sua vez, a Resolução CNRH n. 121/2010 prescreveu diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água nas modalidades agrícola e florestal.

A Resolução CNRH n. 181/2016, que “Aprova as Prioridades, Ações e Metas do PNRH para 2016-2020”, diz respeito à revisão das prioridades do PNRH para o referido período. Esse processo de revisão envolveu consultas públicas e um trabalho

intenso do CNRH, que resultou na deliberação, por meio da referida resolução, de 16 prioridades, que se desdobram em ações e metas, com a indicação dos seus respectivos executores e parceiros/interlocutores, além da definição de prazos para seu cumprimento. Especificamente, a 15ª Prioridade do PNRH para 2016-2020 – que é “Desenvolver ações para a promoção do uso sustentável e reúso da água”, inclui a meta de “Definir diretrizes e critérios para o uso sustentável e reúso da água” – tem como executor a Câmara Técnica de Ciência e Tecnologia (CTCT) do CNRH, parceiros e interlocutores, o Ministério das Cidades (MCidades) e o Ministério da Saúde (MS), além de prazo até dezembro de 2018.

Vale salientar que existem projetos em andamento, no âmbito do Governo Federal, que visam ao estabelecimento de políticas relacionadas ao reúso de efluente sanitário tratado e à redução de perdas em sistemas de abastecimento, assim como Acordos de Cooperação Técnica (ACT) entre instituições para o desenvolvimento de programas conjuntos de incentivo ao uso eficiente da água na agricultura irrigada e para o estímulo ao uso racional da água na indústria.

Contudo, a regulamentação sobre o reúso de água ainda demanda aprimoramento para diferentes modalidades, como para fins urbanos e industriais, para a aquicultura, etc., além de políticas públicas que institucionalizem e fomentem práticas de uso racional e de reúso.

Em vista disso, para o cumprimento da meta da 15ª Prioridade do PNRH, a CTCT realizou três Oficinas de Trabalho (OT), especificamente, sobre uso racional e reúso de água. As oficinas tiveram como objetivo discutir de forma mais detalhada o uso racional e reúso de água nas modalidades¹ de uso industrial, agrícola e doméstico, por meio de palestras, com a participação de diversos atores do setor público, privado e acadêmico. Nesses encontros foram apresentados e discutidos estudos de caso, limitações e desafios enfrentados, fatores motivacionais, aspectos da gestão hídrica, entraves e lacunas legais, soluções adotadas, etc.

Este projeto complementar é resultante dessas Oficinas de Trabalho da CTCT/CNRH e compila informações sobre iniciativas em curso no que se refere ao uso racional e reúso de água, a fim de que se possa, de forma objetiva, formular

¹ Note-se que no Termo de Referência do presente trabalho foi empregada a expressão “categoria de Uso Doméstico”. Optou-se, contudo, por seguir a nomenclatura padronizada na literatura, qual seja, “modalidade”.

as políticas e regulamentações necessárias, considerando, de maneira mais abrangente, as metodologias para o uso racional e o reúso de água nas modalidades supramencionadas.

No primeiro relatório, denominado Produto I, foi consolidado, após análise do consultor, todo o material derivado das reuniões e das três Oficinas de Trabalho (atas, apresentações e áudios).

Neste relatório, denominado Produto II, apresenta-se a súmula dos conhecimentos resultantes das análises dos projetos nacionais (âmbito federal, estadual e municipal) e internacionais, incluindo experiências relatadas em artigos técnicos e científicos, passíveis de utilização no País, bem como a avaliação de normativos legais e técnicos (leis, decretos, resoluções, etc.) federais, estaduais e municipais sobre uso racional e reúso de água, em tramitação ou não.

Por sua vez, o Produto III consistirá em um relatório técnico com a síntese das análises dos Produtos I e II, incluindo como anexo uma proposta de subsídios técnicos para concepção de uma norma legal a ser discutida no âmbito do CNRH, conforme a 15ª Prioridade do PNRH para 2016-2020.

A organização deste relatório contempla, além deste capítulo introdutório, o Capítulo 2, no qual se apresentam os principais conceitos, nomenclaturas e terminologias empregados no contexto de uso racional e reúso de água; o Capítulo 3, em que se faz a exposição do panorama do reúso de água no mundo. No Capítulo 4, apresentam-se e analisam-se os normativos legais e diretrizes no âmbito internacional e nacional, bem como os projetos de lei existentes atualmente, em tramitação, no Governo Federal relevantes ao tema.

No Capítulo 5, apresentam-se os diversos aspectos que envolvem o arcabouço legal para implementação da prática de reúso de água no mundo e em alguns estados do Brasil, especialmente, concernentes a questões de licenciamento ou outorga. No Capítulo 6, por sua vez, detalha-se o uso racional de água no que se refere às três modalidades a serem avaliadas, isto é, uso industrial, agrícola e doméstico.

No Capítulo 7, indicam-se as principais lacunas e os desafios enfrentados por estados brasileiros ou por outros países que já implementaram ou estão implementando políticas públicas voltadas para o uso racional e reúso de água.

São arrolados e analisados modelos de financiamento para a implementação dessa política pública no Capítulo 8. Os principais projetos exitosos sobre o uso racional e o reúso de água nos âmbitos internacional e nacional estão expostos no Capítulo 9; enquanto o Capítulo 10 compreende um resumo das análises efetuadas a respeito do papel do CNRH em relação à implementação de políticas públicas relacionadas ao uso racional e reúso da água com base no que será discutido neste trabalho. Por fim, apresentam-se no Capítulo 11 as conclusões e recomendações pertinentes, seguidas das referências que embasaram este documento.

2. PRINCIPAIS CONCEITOS, NOMENCLATURAS E TERMINOLOGIAS

Para uma avaliação efetiva das potencialidades do uso racional e reúso de água, é importante, primeiramente, identificar as dificuldades, peculiaridades e competências de sua implementação, evidenciando-se os impactos positivos e negativos gerados, bem como promover uma discussão dos aspectos legais que podem influenciar essa prática.

Outro ponto determinante é analisar e padronizar conceitos, nomenclaturas e terminologias que perfazem todo o sistema envolvido nessa prática, no Brasil e no mundo. No Quadro 2.1, a seguir, eles foram arrolados, independentemente da modalidade de uso (industrial, agrícola ou doméstico).

Quadro 2.1: Conceitos, nomenclaturas e terminologias empregados no contexto do uso racional e reúso de água (*continua*)

Conceitos, nomenclaturas e terminologias	Fontes						
	Prosab (2006a)	Portaria Ministério da Saúde n. 2.914/2011 (Brasil)	Decreto n. 7.217/2010 (Brasil)	ABNT NBR n. 15.527/2007 (Brasil)	Lei n. 16.033/16 (Estadual Ceará)	Lei n. 10.506/2008 (Municipal Porto Alegre)	NSW Food Authority, 2008 (Austrália)
Água bruta					Água de uma fonte de abastecimento, como rio, lago, reservatório ou aquífero, antes de receber qualquer tratamento, sendo o mesmo que água <i>in natura</i> , podendo ser destinada a múltiplos usos.		
Água cinza	Água residuária proveniente dos diversos pontos de consumo de água na edificação (lavatórios, chuveiros, banheiras, máquina de lavar roupa e tanque), excetuando-se água residuária proveniente dos vasos sanitários e pias de cozinha.						Inclui as águas residuais domésticas de banheiras, chuveiros, bacias, lavanderias e cozinhas (incluindo resíduos alimentares).
Água de chuva				Água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais.			
Água potável		Água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde.	Água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos e químicos atendam ao padrão de potabilidade estabelecido pelas normas do Ministério da Saúde.			Água destinada ao consumo humano, cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade, não oferecendo riscos à saúde.	

Quadro 2.1: Conceitos, nomenclaturas e terminologias empregados no contexto do uso racional e reúso de água (*continua*)

Conceitos, nomenclaturas e terminologias	Fontes							
	Portaria Ministério da Saúde n. 2.914/2011 (Brasil)	Resolução CNRH n. 54/2005 (Brasil)	Resolução Conjunta SES/SMA/SSRH n. 01/2017 (Estadual São Paulo)	Lei n. 16.033/16 (Estadual Ceará)	Resolução COEMA n. 02/2017 (Estadual Ceará)	Government of Western Australia, 2011 (Austrália)	NSW Food Authority, 2008 (Austrália)	Lyu, S. et.al; 2016 (China)
Água tratada	Água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade							
Água de reúso		Água residuária que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas.	Para fins urbanos: efluente tratado proveniente de ETEs cujos processos de tratamento viabilizem o atendimento aos padrões de qualidade definidos nesta resolução para aproveitamento em determinadas atividades relacionadas ao meio urbano que não requerem necessariamente o uso de água potável.	Água residuária que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas.	Efluente que se encontra dentro do padrões exigidos para sua utilização conforme as modalidades pretendidas.	<i>Recycled water:</i> são definidas como as águas geradas de esgoto sanitário (incluindo águas amarelas, águas cinzas e águas negras) ou de indústrias que são tratadas para se enquadrarem em um propósito específico de qualidade de água conforme seu uso benéfico pretendido.	<i>Recycled water:</i> são águas captadas de esgotos industriais e tratadas em um nível adequado para o seu uso desejado.	<i>Reclaimed water</i> (água recuperada ou água de reúso): efluente tratado que é considerado de qualidade apropriada para uma pretendida aplicação de reutilização (reúso) da água.
Água residuária		Esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não.		Todas as águas descartadas provenientes de processos domésticos, comerciais, industriais, agropecuários ou agroindustriais, tratadas ou não.				
Água negra						<i>Blackwater:</i> são águas residuais de um vaso sanitário ou bidê.		

Quadro 2.1: Conceitos, nomenclaturas e terminologias empregados no contexto do uso racional e reúso de água (*continua*)

Conceitos, nomenclaturas e terminologias	Fontes					
	Resolução CONAMA n. 430/2011 (Brasil)	ABNT NBR n. 9648/1986 (Brasil)	Resolução COEMA n. 02/2017 (Estadual Ceará)	NSW Food Authority, 2008 (Austrália)	Lei n. 10785/2003 (Municipal Curitiba)	Lei n. 10.506/2008 (Municipal Porto Alegre)
Efluente	Termo usado para caracterizar os despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos.		Art. 4º Para efeito desta Resolução adotam-se as seguintes definições: XI - Efluentes brutos: despejos líquidos não dotados de qualquer tipo de tratamento; XII - Efluentes especiais: efluentes não sanitários provenientes de serviços de saúde, aterros de resíduos sólidos e cemitérios; XIII - Efluentes não sanitários: todo e qualquer efluente que não se enquadra na definição de efluente sanitário, incluindo os despejos líquidos provenientes das atividades industriais; XIV – Efluentes sanitários: denominação genérica para despejos líquidos residenciais, comerciais, águas de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos; XV - Efluentes tratados: efluentes submetidos a um tratamento parcial ou completo, com a finalidade de conseguir a remoção de substâncias indesejáveis e a estabilização da matéria orgânica.			
Águas servidas					Águas utilizadas no tanque ou máquina de lavar e no chuveiro ou banheiro.	Águas que foram utilizadas em tanques, pias, máquinas de lavar, bidês, chuveiros, banheiras e outros equipamentos.
Esgoto sanitário	Denominação genérica para despejos líquidos residenciais, comerciais, águas de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos.	O esgoto (ou efluente) sanitário é o “despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária”.		<i>Sewage</i> : águas residuárias (ou <i>wastewater</i>) de fontes de águas cinzas e negras.		

Quadro 2.1: Conceitos, nomenclaturas e terminologias empregados no contexto do uso racional e reúso de água (*continua*)

Conceitos, nomenclaturas e terminologias	Fontes				
	WHO (1973) (ONU)	Resolução CNRH n. 54/2005 (Brasil)	Lei n. 16.033/16 (Estadual Ceará)	Resolução COEMA n. 02/2017 (Estadual Ceará)	NSW Food Authority, 2008 (Austrália)
Reúso de água		Utilização de águas residuárias.	Utilização de água residuária (não potável).		
Reúso direto		Uso planejado de água de reúso conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos.		Uso planejado de água de reúso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos.	
Reúso Externo			Uso de efluentes tratados provenientes das estações administradas por prestadores de serviços de saneamento básico ou terceiros, cujas características permitam sua utilização.	Uso de efluentes tratados provenientes das estações administradas por prestadores de serviços de saneamento básico ou terceiros, cujas características permitam sua utilização.	
Reúso indireto	Ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para o uso doméstico ou industrial, é descartada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante de forma diluída.				Águas recicladas (de reúso) despejadas diretamente em águas subterrâneas ou de superfície com a intenção de serem reutilizadas (ex.: para irrigação).
Reúso Interno			Uso interno de água de reúso proveniente de atividades realizadas no próprio empreendimento.	Uso interno de água de reúso proveniente de atividades realizadas no próprio empreendimento.	

Quadro 2.1: Conceitos, nomenclaturas e terminologias empregados no contexto do uso racional e reúso de água (*continua*)

Conceitos, nomenclaturas e terminologias		Fonte		
		USEPA (2012) (EUA)	Resolução CNRH n. 54/2005 (Brasil)	Lei n. 16.033/16 (Estadual Ceará)
Reúso não potável direto	Urbano	<p>Irrestrito: Utilização de água recuperada para aplicações não potáveis em ambientes urbanos (acesso ao público não é restrito).</p> <p>Restrito: Utilização de água recuperada para aplicações não potáveis em ambientes urbanos onde o acesso ao público é controlado ou restrito, por barreiras físicas ou institucionais, como cercas, placas de aviso ou acesso por tempo de restrição.</p>	Utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana.	Utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil e combate à incêndio.
	Agrícola e Florestal	<p>Culturas alimentares: é o uso de água recuperada para irrigar culturas cuja intenção é o consumo humano.</p> <p>Culturas de alimentos industrializados e não alimentares: é o uso de água recuperada para irrigar culturas que serão industrializadas ou processadas antes do consumo humano ou não.</p>	Aplicação de água de reúso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas.	Utilização de água de reúso para irrigação na produção agrícola e cultivo de florestas plantadas, tendo ainda como subproduto a recarga de lençol subterrâneo.
	Ambiental	É o uso de água recuperada para criar, manter, sustentar e repor corpos d'água incluindo alagados (wetlands), habitats aquáticos, ou para aumentar a vazão de rios.	Utilização de água de reúso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente.	Utilização de água de reúso para implantação de projetos de recuperação ambiental.
	Industrial	Uso de água recuperada em aplicações e processos industriais, produção de energia e extração de combustíveis fósseis.	Utilização de água de reúso em processos, atividades e operações industriais.	Utilização de água de reúso em processos, atividades e operações industriais.
	Aquicultura		Utilização de água de reúso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.	Utilização de água de reúso para a criação de animais ou para o cultivo de vegetais aquáticos.

Quadro 2.1: Conceitos, nomenclaturas e terminologias empregados no contexto do uso racional e reúso de água (*conclusão*)

Conceitos, nomenclaturas e terminologias	Fontes		
	WHO (1973) (ONU)	UNEP (2015) (ONU)	USEPA (2012) (EUA)
Reúso potável direto	Ocorre quando a água residuária recuperada por meio de tratamento avançado é diretamente reutilizada no sistema de água potável.	Pode ser definido como a injeção de água reciclada diretamente no sistema de distribuição de água potável a jusante da estação de tratamento de água ou no suprimento de água bruta imediatamente a montante da estação de tratamento de água em um reservatório de serviço ou diretamente em um encanamento de água.	A introdução de água recuperada (com ou sem retenção de um sistema de armazenamento projetado) diretamente em uma estação de tratamento de água, instalada no mesmo local ou remoto, a partir de um avançado sistema de tratamento de águas residuárias.
Reúso potável indireto	Caso em que a água residuária, após tratamento, é disposta na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilização como água potável.	Consiste na recuperação e no tratamento de águas residuárias (geralmente efluentes de esgoto) e, eventualmente, na descarga dessas águas no ciclo de água corrente / natural a montante da estação de tratamento de água potável com a intenção de reutilizar a água para uso potável.	Aumento de uma fonte de água potável (superficial ou subterrânea) com água de reúso seguido por qualquer reserva ambiental, que precede o tratamento normal para água potável.

Outro conceito amplamente empregado é o próprio termo “uso racional de água”, que tem as seguintes acepções:

- Uso eficiente de água, que visa minimizar demanda e maximizar a oferta de água – de acordo com o Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (Prosab, 2006);
- Adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais, não causem risco à saúde pública e promovam o uso racional da energia, conservação e racionalização do uso da água e dos demais recursos naturais – segundo a Lei n. 11.445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico;
- Conjunto de ações que propiciam a economia de água e o combate ao desperdício quantitativo nas edificações – conforme Lei Municipal de Curitiba n. 10.785/2003.

Há ainda conceitos, nomenclaturas e terminologias que estão relacionados à questão de perdas de água, de acordo com o Prosab (2009), a saber:

- Perda de água: é a quantidade de água prevista para a realização de um ou mais usos, mas que não é utilizada devido a deficiências técnicas, operacionais, econômicas ou de outro tipo. Volume referente à diferença entre volume fornecido ao sistema e consumo autorizado;
- Perda aparente: também denominada perdas não físicas. Parcela de água correspondente ao volume de água consumido, porém não contabilizado pelo prestador de serviço de saneamento, decorrente de erros de medição nos hidrômetros e demais tipos de medidores, fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro comercial. Nesse caso, a água é efetivamente consumida, porém não é faturada;
- Perda real: está associada à parcela de água que não chega aos consumidores em função de vazamentos no sistema público de abastecimento. Corresponde ao volume perdido durante a lavagem de filtros na Estação de Tratamento de Água (ETA), nos reservatórios (vazamentos e extravasamentos) e ao longo da distribuição (ramais).

Outro ponto está nas abordagens diferentes para temas relativamente similares, como o caso dos termos *efluente*, *esgoto sanitário* e *água residuária*. Enquanto para a Norma Brasileira (NBR) 9.648/1986 esgoto é igual a efluente, para a

Food Authority of New South Wales, da Austrália (Australia, 2008), esgoto sanitário é a água residuária de fontes de águas cinzas e negras. Por sua vez, conforme a Resolução CNRH n. 54/2005 e a Lei do estado do Ceará n. 16.033/2016, água residuária é um termo mais genérico e amplo dos termos efluente e esgoto sanitário, havendo um consenso entre esses normativos.

Diante do exposto, evidencia-se que essa desconformidade e falta de padronização dos principais conceitos, nomenclaturas e terminologias precisam ser sanadas para que se possa desenvolver e efetivar uma norma legal sobre o uso racional e reúso de água no País.

2.1 ANÁLISE CRÍTICA

Haja vista a desconformidade e a falta de padronização relativas aos principais conceitos, nomenclaturas e terminologias sobre uso racional e reúso de água, apresentam-se a seguir uma análise crítica e sugestões de padronização que poderão fundamentar uma discussão no âmbito da CTCT/CNRH visando, quiçá, à produção de um documento com esses conceitos, nomenclaturas e terminologias padronizados.

Muitos desses conceitos, nomenclaturas e terminologias já encontram-se na Resolução CNRH n. 54/2005 e podem ser adotados como padrão, visto que são similares aos indicados por outras fontes, especialmente pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – mundialmente conhecida por sua sigla, USEPA, que significa United States Environmental Protection Agency (USEPA, 2012) –, como mostrado no Quadro 2.1, com entendimento claro e coeso, já até servindo de referências para outras leis/resoluções, como a Lei n. 16.033/2016 do estado do Ceará, a saber:

- Água de reúso: água residuária que se encontra em conformidade com os padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas.
- Reúso de água: utilização de água residuária (não potável).
- Reúso direto: uso planejado de água de reúso conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos.

- Produtor de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reúso.
- Distribuidor de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reúso.
- Usuário de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reúso.
- Reúso direto não potável urbano: utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana.
- Reúso direto não potável agrícola e florestal: utilização de água de reúso para irrigação na produção agrícola e cultivo de florestas plantadas.
- Reúso direto não potável ambiental: utilização de água de reúso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente.
- Reúso direto não potável industrial: utilização de água de reúso em processos, atividades e operações industriais.
- Reúso direto não potável na aquicultura: utilização de água de reúso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.

O termo água residuária, conforme conceituado na Resolução CNRH n. 54/2005, é bastante abrangente e engloba todas as possíveis modalidades de reúso. No entanto, tal como está, pode vir a prejudicar a compreensão do dispositivo, principalmente pelo fato de que os termos esgoto e efluente também estão empregados, podendo ser confundidos. Por essa razão o termo precisa ser melhor definido. Assim, sugere-se a seguinte designação:

- Água residuária: esgoto sanitário, água descartada, despejos líquidos provenientes de atividades ou processos domésticos, comerciais, industriais, agroindústrias e agropecuários, tratados ou não (adaptado da Resolução CNRH n. 54/2005).

Outros conceitos, nomenclaturas e terminologias que não são apontados pelas Resoluções do CNRH devem ser trabalhados a fim de utilizá-los neste projeto, bem como em um futuro ato normativo. Tais conceitos, nomenclaturas e terminologias são apresentados a seguir com suas devidas fontes.

- Água bruta: água de uma fonte de abastecimento, como rio, lago, reservatório ou aquífero, antes de receber qualquer tratamento, sendo o mesmo que água *in natura*, podendo ser destinada a múltiplos usos (Lei n. 16.033/2016 do estado do Ceará). Observa-se que esse conceito é bastante utilizado em sistemas de abastecimento de água.
- Efluente: despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos (adaptado da Resolução Conama n. 430/2011).
- Esgoto ou efluente sanitário: despejos líquidos constituído de atividades domésticas, comerciais, águas de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos (adaptado da Norma brasileira – NBR 9.648/1986 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e da Resolução Conama n. 430/2011).
- Água cinza: água residuária proveniente de atividades domésticas como lavatórios, chuveiros, banheiras, máquina de lavar roupa e tanque, excetuando-se água residuária proveniente dos vasos sanitários e pias de cozinha (Prosab, 2006).
- Água de chuva: água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais (NBR n. 15.527/2007 da ABNT).
- Reúso indireto: água residuária descartada diretamente nas águas superficiais ou subterrâneas com a intenção de que sejam reutilizadas a jusante de forma diluída (adaptado de WHO, 1973).
- Reúso interno: uso interno de água de reúso proveniente de atividades realizadas no próprio empreendimento (adaptado da Lei n. 16.033/2016 do estado do Ceará).
- Reúso externo: uso externo de água de reúso proveniente de atividades realizadas por terceiros, podendo ser das estações de tratamento de efluentes (ETEs) administradas por prestadores de serviços de saneamento básico ou não (adaptado da Lei n. 16.033/2016 do estado do Ceará).

É importante frisar que o termo água bruta pode ser utilizado no âmbito do CNRH quando se pensa em outorga do uso da água, pois essa água a ser outorgada

é, usualmente, conceituada como água bruta. Já os termos efluente, esgoto ou efluente sanitário, água cinza e água de chuva são possíveis fontes de água de reúso e são aplicados em praticamente todas as normas, resoluções e leis avaliadas a respeito dessa temática. Por sua vez, os termos reúso interno e reúso externo podem ser examinados, por exemplo, para o caso da modalidade de reúso industrial e reúso agrícola, que quase sempre é realizada considerando esses conceitos, respectivamente. Por fim, o termo reúso indireto no contexto do CNRH pode ser analisado a partir da Resolução CNRH n. 153/2013, que estabelece critérios e diretrizes para implantação de recarga artificial de aquíferos no território brasileiro, não podendo, nesse sentido, ser usados como fonte de água potável, mas para fins agrícolas, por exemplo; conforme recomenda a NSW Food Authority (2008) da Austrália.

Especificamente em relação ao uso racional de água, há alguns conceitos, nomenclaturas e terminologias, como o próprio termo uso racional de água, que devem ser definidos no âmbito deste projeto. Para tanto, os trabalhos desenvolvidos pelo Prosab (2006 e 2009) podem ser utilizados como pilar. Assim, tem-se:

- Uso racional de água: uso eficiente de água, que visa minimizar demanda e maximizar a oferta de água, por meio de um conjunto de ações que propiciem a economia de água e o combate ao desperdício quantitativo (adaptado do Prosab, 2006; da Lei municipal n. 10.785/2003 de Curitiba/PR, que cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – Purae; e da Lei n. 11.445/2007 do Congresso Nacional, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências).
- Perdas de água: quantidade de água prevista para a realização de um ou mais usos, mas que não é utilizada devido a deficiências técnicas, operacionais, econômicas ou de outro tipo; ou o volume referente à diferença entre volume fornecido ao sistema e consumo autorizado (Prosab, 2009).
- Perda aparente (perdas não físicas): parcela de água correspondente ao volume de água consumido, porém não contabilizado pelo fornecedor da água, decorrente de erros de medição nos hidrômetros e demais tipos de

medidores, fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro comercial (Prosab, 2009).

- Perda real: parcela de água que não chega aos consumidores em função de vazamentos no sistema (Prosab, 2009).

3. PANORAMA DO USO RACIONAL E REÚSO DE ÁGUA NO MUNDO

A implementação de políticas públicas que visem ao uso racional e à prática de reúso de água traz diversos benefícios para o meio ambiente, mas também apresenta alguns riscos a serem superados, tal como demonstram os Quadros 3.1 e 3.2, respectivamente, segundo a USEPA (2012) e o National Research Council (NRC, 2012), ambos dos Estados Unidos da América (EUA), e que tratam especialmente sobre o tema reúso de água.

Quadro 3.1: Principais benefícios da implementação do uso racional e reúso de água

Benefícios	Caracterização
Disponibilidade hídrica	Conservação dos recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais restritivos quanto à qualidade. Recurso hídrico complementar, local e geralmente disponível mesmo durante secas. Viabilização de saneamento em prazos mais curtos (relação com custo/benefício do tratamento de esgoto).
Autonomia da região	Água de reúso é um recurso hídrico local. Permite reduzir a dependência sobre transposição ou importação de água de outras regiões.
Qualidade das águas superficiais	O reúso de água pode reduzir a carga de nutrientes para as águas superficiais por meio do reúso agrícola, por exemplo.
Pegada de carbono	Na pegada de carbono global, quando comparados à dessalinização ou transposição de água de regiões distantes, o uso racional e o reúso de água possuem impacto positivo, por exemplo, em razão do menor gasto energético.

Fonte: Adaptado USEPA (2012), NRC (2012) e CH2M – Produto VI (2018)

Quadro 3.2: Potenciais riscos com a implementação do uso racional e reúso de água

Potenciais riscos	Caracterização
Riscos à saúde	Falta de regulamentações e/ou falta de atendimento às regulamentações pode expor o público a patógenos, por exemplo.
Riscos ao solo	O reúso agrícola e ambiental de forma não adequada pode alterar negativamente o solo por causa da potencial contaminação de sais ou outros elementos.
Riscos à qualidade da água	Modificação na concentração de sais e outros parâmetros por causa das operações industriais ou no solo e nas plantas, no caso do reúso agrícola, pode influenciar também a qualidade das águas subterrâneas ou superficiais.
Riscos sobre pegada de carbono	Na pegada de carbono global, em comparação à prática de conservação, o reúso de água tem impacto negativo dado o gasto energético ser quase sempre maior.

Fonte: Adaptado USEPA (2012), NRC (2012) e CH2M – Produto VI (2018)

Desde 1991, a Organização das Nações Unidas (ONU), por meio do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e da Organização Mundial de Saúde (OMS), desenvolve atividades conjuntas no sentido do gerenciamento global dos recursos hídricos. A ação concentrada dessas instituições resultou no desenvolvimento de uma Estratégia Global para a Administração da Qualidade das Águas, tendo como base o conceito do desenvolvimento sustentável, cujos objetivos foram: a manutenção da integridade dos ecossistemas, a proteção da saúde pública e o uso sustentável da água. A estratégia proposta cita a necessidade do desenvolvimento de um equilíbrio racional entre a quantidade e a qualidade da água, tendo como foco o gerenciamento ambiental, levando em consideração as possibilidades de tratamento e de reúso das águas. As quatro principais linhas de ação recomendadas foram:

- Política hídrica integrada: Reconhece a relação indissociável entre a quantidade e a qualidade das águas, assim como sua importância para as ações de conservação dos recursos hídricos. Como exemplo podem ser citadas as diferentes formas de reúso de águas residuárias visando à conservação da água, cuja formulação de uma política para implementação deve considerar os aspectos relacionados com sua quantidade e qualidade;
- Ação integrada e ampla na bacia hidrográfica: A bacia de drenagem é reconhecida como a unidade hidrogeográfica ideal para o gerenciamento dos recursos hídricos. O gerenciamento dos recursos hídricos por bacias hidrográficas requer um aperfeiçoamento do arcabouço jurídico e institucional, sobretudo nos casos das bacias compartilhadas por mais de um país;
- Proteção dos recursos hídricos subterrâneos: O gerenciamento dos recursos deve considerar a proteção dos recursos hídricos subterrâneos, principalmente nas regiões onde estes são vitais para o abastecimento humano;
- Ação conjunta internacional: Objetiva-se o aperfeiçoamento dos instrumentos de gestão de bacias transfronteiriças por vários países, bem como a transferência de experiências e tecnologias.

Assim, as soluções que preservam a quantidade e a qualidade da água passam necessariamente por uma revisão dos métodos e sistemas relacionados com o uso da água pelas populações, tendo como meta a sua conservação. Segundo o Water Use and Conservation Bureau – WUCB (1999, *apud* Prosab, 2006), a conservação de água pode ser definida como qualquer ação que:

- reduza a captação de água dos mananciais,
- reduza os usos consuntivos,
- reduza o desperdício ou as perdas de água,
- aumente a eficiência do uso da água,
- aumente a reciclagem ou o reúso,
- previna a poluição da água.

Por consequência, os programas de conservação de água constituem-se em importante ferramenta para assegurar a oferta de água, por evitar o desperdício e racionalizar seu uso. Trata-se, portanto, de uma medida complementar ou uma alternativa à ampliação da oferta de água em médio e longo prazos, bastante viável do ponto de vista técnico e econômico, além de contar com excelente aceitação social por seu caráter ecológico.

Especialmente em relação ao reúso de água, de acordo com o NRC (2012), em 2008, eram reusados 50 milhões de metros cúbicos por dia (Mm^3/dia) de efluente sanitário, nas diversas modalidades, dos quais 21 Mm^3/dia eram de efluente sanitário tratado utilizado em 43 países, sendo os EUA o maior empregador em volume, seguido por Árabia Saudita, Egito, Israel, entre outros, conforme ilustra a Figura 3.1.

Em países como Singapura e Kuwait, a água de reúso representava mais de 10% da água utilizada. Em Israel, 75% dos efluentes eram reusados, principalmente para agricultura. Ressalta-se que os 29 Mm^3/dia restantes (dos 50 Mm^3/dia – equivalentes a 58%) eram de efluente sanitário não tratado utilizado principalmente para irrigação no México e na China.

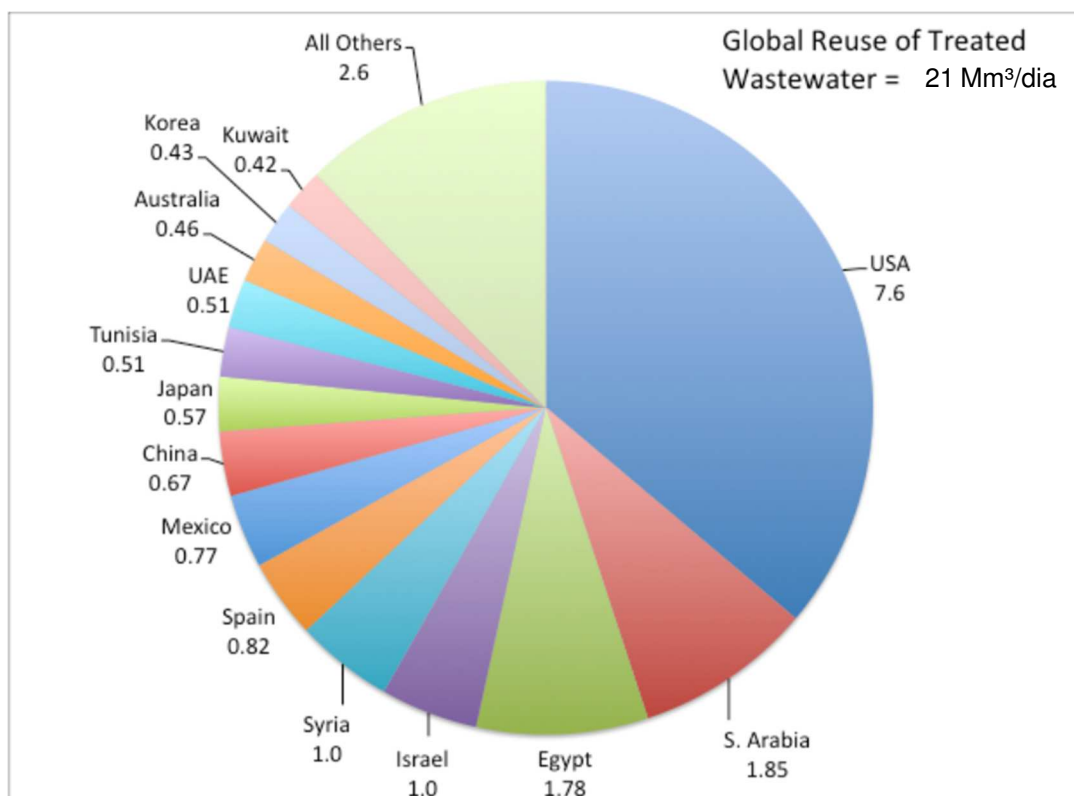


Figura 3.1: Volume de reuso de efluente tratado no mundo, por Mm³/dia

Fonte: NRC (2012)

No continente africano, o percentual de águas servidas que recebem tratamento é muito baixo, sendo, portanto, limitado o volume de águas residuárias tratadas que são reutilizadas. Não obstante, muitos países africanos reúsam águas residuárias de alguma forma, conforme explicitado nos exemplos a seguir:

- África do Sul: possui dois projetos de reuso; um em Druban, onde águas residuárias são tratadas para uso industrial; e outro na Mina EMolahleni, onde águas residuárias industriais são tratadas para suprir a demanda de água potável (USEPA, 2012);
- Egito: utiliza em torno de 6 bilhões de m³ de águas residuárias por ano para irrigação agrícola. Esse volume constitui 11% da demanda total do país por água doce (WHO – World Health Organization, 2005);
- Marrocos: emprega reuso de águas residuárias tratadas em menor escala em áreas turísticas, hotéis e campos de golfe. O país utiliza águas residuárias sem tratamento para irrigação agrícola (WHO, 2005);
- Namíbia: na cidade de Windhoek se utiliza água de reuso para abastecer diretamente uma ETA. O sistema opera por 48 anos sem riscos à saúde

humana, sendo o primeiro caso de reúso para fins potáveis no mundo (USEPA, 2012);

- Tunísia: por ano, utiliza 35 Mm³ de águas de reúso para irrigação agrícola. Esse volume representa 24% do total de águas residuárias tratadas do país. Além disso, irriga campos de golfe com águas de reúso (WHO, 2005).

Na Ásia, assim como no continente africano, o percentual de águas residuárias que recebem tratamento é baixo. Em termos gerais, a quantidade de água residuária tratada que é reusada é mínima. Observem-se alguns dados sobre essa temática no cenário asiático.

- China: do continente, é o país que mais adota a prática de reúso, sendo também o que atualmente mais reusa água residuária no mundo. A tendência é de que o volume de reúso aumente, visto que o governo está implementando um amplo plano de construção de Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) (Yi *et al.*, 2011);
- Índia: o índice de águas residuárias que não recebem tratamento no país é alto (em torno de 80%). O país reusa 13% de suas águas residuárias tratadas. A cidade de Bangalore reusa água residuária para irrigação agrícola desde 1990 e desde 2002 iniciou o reúso para fins industriais. Na capital, Délhi, águas residuárias tratadas são utilizadas para irrigação agrícola (12.000 agricultores utilizam água de reúso para irrigar 17.000 hectares de cultivos vegetais), lavagem de ônibus e para a indústria da construção. Recentemente, Nova Délhi construiu um sistema dual de suprimento de água denominado “Dehli Common Wealth Village”, por meio do qual cada residência recebe água potável em uma tubulação e água de reúso em outra para rega de jardins e utilização em descargas sanitárias. Na cidade de Hyderabad, águas de reúso são empregadas em rega de parques e áreas verdes (Mekala *et al.*, 2008);
- Japão: é outro dos países do mundo com mais reúso para fins urbanos, em torno de 200 Mm³ por ano de águas residuárias tratadas, contrastando com a realidade do continente. No país é obrigatório, por exemplo, reutilizar águas residuárias em edifícios de grande porte, sendo 67% das águas residuárias tratadas nesse contexto reutilizadas em

descargas sanitárias, sistemas de resfriamento irrigação de áreas verdes, lavagem de veículos e para aumentar o fluxo dos rios (Soderberg, 2016);

- Singapura: iniciou o reúso para fins industriais na década de 1960. Desde 2003 utiliza quase a totalidade das águas residuárias tratadas para reúso com fins não potáveis (industriais, edifícios comerciais e escritórios). Além disso, reutiliza 45.000 m³/dia para reabastecer um reservatório que fornece água para uma ETA. Essas águas recebem tratamento com osmose reversa (OR) e desinfecção com raios ultravioleta. No ano de 2012 as águas de reúso supriram em 10% a demanda total de água do país (USEPA, 2012).

Na Oceania, pode-se citar a Austrália, que reusa 8% de suas águas residuárias tratadas (USEPA, 2012). As cidades grandes desse país reusam em média 9% das águas residuárias tratadas e as cidades medianas e pequenas, uma média de 23%. Em 47% dos projetos, o reúso se destina a fins de irrigação agrícola; 40% dos projetos suprem necessidades urbanas, tais como: irrigação de parques, áreas verdes e campos de golfe; lavagem de ruas e veículos; e indústria de construção; e 13% são para fins industriais (caldeira e esfriamento) e para edifícios comerciais e escritórios (Mekala *et al.*, 2008).

Em relação à União Europeia (UE), 50% dos países apresentam um índice de estresse hídrico que excede a categoria de moderado e 25% excedem a categoria de “alto” estresse. Durante o verão, várias cidades europeias dependem do reúso indireto de águas residuárias para suprir 70% do seu abastecimento de água (Angelakis; Durham, 2008). Desde 1991, a UE, por meio das Diretrizes sobre o Tratamento de Água Residuais Urbanas, vem estimulando o reúso de água nos países-membros, tendo sido implementados até o momento 200 projetos que possibilitaram o reaproveitamento de 750 Mm³/ano de águas residuárias tratadas (Angelakis; Gikas, 2014). No sul da Europa, 44% dos projetos são para fins de irrigação agrícola e 37% para uso urbano, enquanto, no norte, 50% são para fins urbanos e 33% para fins industriais (Bixio *et al.*, 2005). Projeções indicam que a UE reutilizará 3.222 Mm³/ano de águas residuárias tratadas em 2025 (Soderberg, 2016). As Tabelas 3.1 e 3.2 apresentam os índices de países europeus que mais reusam águas residuárias tratadas e com maior potencial de reúso, respectivamente.

Tabela 3.1: Países europeus que mais reúsam águas residuárias tratadas

País	Volume de água de reúso utilizada (Mm ³ /ano)
Espanha	350
Itália	225
Alemanha	40
Grécia	20

Fonte: Angelakis; Gikas, (2014)

Tabela 3.2: Países europeus com maior potencial de reúso de águas residuárias tratadas

País	Potencial de reúso de águas residuárias tratadas (Mm ³ /ano)
Espanha	1.200
Itália	500
Bulgária	500
Turquia	287
Alemanha	144
França	122
Portugal	67
Grécia	57

Fonte: Soderberg (2016)

Na Alemanha, a água potável está disponível suficientemente em quase todo o país. Independentemente disso, sistemas de utilização de águas pluviais têm sido tecnologicamente desenvolvidos e a quantidade de instalações, aumentada. A razão dessa tendência é a conscientização por parte de sua população da importância de conservar os recursos naturais do país e seu senso comum de responsabilidade perante a questão do uso da água (Germany, 2001).

Ademais, os sistemas de distribuição de água nesse país são planejados com base em diagnósticos de consumo de água, que assumem uma demanda crescente e contínua. Contudo, diversos são os motivos para que esse aumento crescente não venha se concretizando. Um deles é o desenvolvimento tecnológico. Equipamentos domésticos como máquina de lavar louças e roupas econômicas, sanitários com economizadores de água, equipamentos redutores de pressão contribuem para a redução do consumo de água. Outra razão está no aumento do uso de águas pluviais e de reúso. No setor industrial, por sua vez, foram promovidas implementações de sistemas eficientes de água

e construção de sistemas circulares, que visam ao reaproveitamento da água. As perdas do sistema de abastecimento de água também foram alvo de medidas para sua redução, tendo sido registrada diminuição de perdas de 9%. Todas essas ações vêm garantindo maior eficiência no uso de água na Alemanha.

Quanto à América do Norte, no Canadá, especificamente, constata-se pouco reúso de águas residuárias tratadas. Talvez porque o país seja o segundo do mundo com maior disponibilidade de água doce. Ainda assim, nas províncias de Alberta e Colúmbia Britânica se pratica o reúso, principalmente para irrigação de cultivos não comestíveis, irrigação de campos de golfe, parques e áreas verdes; bem como para descargas sanitárias e irrigação de jardins e pequenos núcleos residenciais isolados (Schaefer; Exall; Marsalek, 2004). Por outro lado, nos EUA, reúsam-se 3.380 Mm³/ano de águas residuárias tratadas (Angelakis; Gikas, 2014). Isso corresponde a 8% do total de água residuária tratada. Oitenta por cento do reúso dessas águas ocorre nos estados de Arizona, Califórnia, Flórida e Texas, onde 29% são utilizados para irrigação de cultivos, 18% para irrigação de áreas verdes e campos de golfe, e 7% para setores comerciais e industriais. Em 2008, o condado de Orange, na Califórnia, começou a abastecer seus aquíferos com água de reúso para suprir a demanda por água potável. Foi a primeira vez que os EUA utilizaram águas residuárias tratadas para abastecimento de fonte de água potável (USEPA, 2012). Entre 2014 e 2015, duas cidades do estado do Texas iniciaram operações de sistemas de reúso para prover diretamente estações de abastecimento de água (Steinle-Darling, 2015). Em 2015, a cidade de São Francisco, na Califórnia, decretou que todos os novos grandes edifícios deveriam contar com sistemas de tratamento de água residuária e reutilizar essas águas nos sanitários. A cidade de São Petersburgo, no estado da Flórida, fornece 40% da demanda de água com águas residuárias tratadas (NRC, 2012).

Já no Oriente Médio, 33% das águas residuárias tratadas são reusadas para irrigação agrícola (Jiménez, 2008); entre outros exemplos abaixo:

- Arábia Saudita: 10% da sua demanda de água é suprida com água de reúso (USEPA, 2012);
- Líbano: reusa por ano 2 Mm³ de águas residuárias tratadas para irrigação agrícola. Esse volume constitui a metade do volume de águas residuárias tratadas pelo país (WHO, 2006);

- Emiratos Árabes Unidos: 6% de sua demanda de água é suprida com água de reúso (Jiménez, 2008);
- Irã: reúsa 670.000 m³/dia para irrigação agrícola e irrigação de áreas verdes urbanas (Jiménez, 2008);
- Israel: reúsa 73% de suas águas residuárias tratadas para irrigação agrícola (USEPA, 2012);
- Jordânia: reúsa 50,3 Mm³/ano de águas residuárias tratadas para irrigação agrícola (WHO, 2005);
- Kuwait: reúsa 100 Mm³/ano de águas residuárias tratadas para suprir 37% de demanda de água para irrigação agrícola (WHO, 2005);
- Palestina: que inclui a Faixa de Gaza e a Costa do Oeste, reúsa águas residuárias sem tratamento para irrigação agrícola. Só se utilizam águas residuárias tratadas para irrigar os jardins da Universidade de Birzeit. (WHO, 2005);
- Síria: reúsa 177 Mm³/ano de águas residuárias tratadas para irrigação agrícola, que corresponde a menos de 1% do total de águas servidas tratadas do país (WHO, 2005).

Na América Latina, reúsam-se 2,4 Mm³/dia de águas residuárias tratadas. Desse total, 345.600 m³/dia são para reúso de fins industriais, e estima-se que a maior parte seja para fins agrícolas (Espinoza; Mijailova; Chamy, 2016). A seguir encontram-se exemplos significativos de reúso em países latino-americanos:

- Argentina: na província de Mendoza se reúsa 0,15 Mm³/dia de águas residuárias tratadas de um sistema de lagoas para irrigar 10 mil hectares;
- Chile: em Santiago se utiliza de forma indireta, para irrigação de 130 mil hectares, águas residuárias tratadas que são despejadas nos rios da cidade. Em Antofagasta, 5% das águas residuárias tratadas são utilizadas para irrigação agrícola;
- Peru: em Tacna reúsam-se 230 litros por segundo (L/s) de águas residuárias tratadas para irrigação agrícola. Em uma região no sul de Lima são reutilizados 250 L/s de águas residuárias tratadas para irrigação agrícola. No projeto Pampas de São Bortolo, na costa desértica do sul de Lima, é reusado 1,7 metro cúbico por segundo (m³/s) de águas residuárias tratadas da cidade de Lima para irrigar 368 hectares;

- Colômbia: são utilizadas águas residuárias tratadas para suprir em 37% a demanda de irrigação agrícola;
- República Dominicana: na cidade de La Vega se reutiliza 0,06 m³/s de águas residuárias tratadas para irrigação agrícola;
- Porto Rico: tem experiências de reúso no setor hoteleiro e industrial. Vários hotéis usam águas de reúso para irrigar seus campos de golfe e áreas verdes. Alguns exemplos de reúso no país: (i) uma estação de geração de energia da zona sul de Porto Rico, com capacidade de 413 megavolts (MV), reusa cerca de 0,02 Mm³/dia de águas residuárias tratadas em uma ETE secundária para fins de resfriamento; (ii) uma empresa farmacêutica reusa a totalidade de suas águas residuárias tratadas (473 m³/dia) para suprir as caldeiras e o sistema de resfriamento; (iii) uma empresa que envasa refrigerantes e sucos reusa 378 m³/dia de águas residuárias tratadas para suprir as caldeiras, o sistema de resfriamento e os sanitários;
- Brasil: em São Paulo foi construída uma estação de reúso de água residuária, o Projeto Aquapolo, próximo à ETE do ABC. Estima-se que são produzidos 650 L/s de água para reúso na ampliação do Polo Petroquímico da Grande ABC. Na Bahia, especificamente no Polo Industrial de Camaçari, a Cetrel trata, em média, 96.000 m³ por dia de efluentes industriais e águas pluviais para fornecer para cerca de 60% das empresas do complexo baiano;
- México: país da América Latina que mais pratica o reúso de águas residuárias tratadas, ação que teve início em 1956 com intuito de irrigar áreas verdes. Atualmente, reúsam-se em torno de 240.000 m³/dia no setor industrial, 7,5 Mm³/dia para irrigação agrícola e 78.000 m³/dia para usos urbanos. Na Cidade do México são reusados 174.128 m³/dia de águas residuárias tratadas para irrigar áreas verdes, cultivos e abastecer lagoas recreativas, 113.562 m³/dia para resfriar os sistemas de geração de energia, 102.206 m³/dia para abastecer aquíferos, 52.995 m³/dia para propósitos ecológicos, 22.712 m³/dia para uso industrial e 15.141 m³/dia para lavagem de veículos. As águas de reúso representam 10% da demanda total de água da cidade.

Em relação à América Latina, o México é o país precursor em reúso de águas residuárias, acumulando mais de 60 anos de experiência nesse campo, conhecimento que deveria ser aproveitado por outros países e do qual o Brasil pode tirar proveito.

Muitas nações já traçaram metas para incrementar o reúso de água em seus territórios. Por exemplo, a Austrália impôs a meta de incrementar o reúso de águas residuárias tratadas de 8% a 30% até o ano de 2020 e a Arábia Saudita estabeleceu a meta de aumentar o reúso de 16% a 65% até 2018, principalmente para manutenção de ecossistemas sensíveis e controle de vazões dos corpos hídricos (USEPA, 2012).

Já outros países, devido à escassez de água que sofrem, não têm opção a não ser reutilizar águas residuárias. Um exemplo é a Jordânia, que busca aumentar em 400% o reúso de águas residuárias tratadas para satisfazer a demanda planejada de água para o final desta década. Também a Espanha visa aumentar em 150% o reúso para suprir a demanda programada de água para 2020 (USEPA, 2012).

3.1 ANÁLISE CRÍTICA

Inicialmente, é importante enfatizar que este capítulo visa somente apresentar um panorama sobre o uso racional e reúso de água no mundo, apontando o que tem sido feito nos principais países para estimular e implementar ações a respeito desse tema.

Deste modo, uma análise crítica mais intrínseca no que tange aos aspectos aqui apresentados e associados com o desenvolvimento deste projeto encontra-se nos capítulos específicos subsequentes.

De qualquer maneira, com base no que foi apresentado quanto ao reúso de água, pode-se apontar:

- A prática é uma tendência observada em regiões com estresse hídrico, de gestão integrada dos recursos hídricos e de Cidades Sensíveis à Água (*Water Sensitive Cities*). Nesse contexto, principalmente em relação a regiões brasileiras com estresse hídrico, como no caso do estado de São Paulo e do Nordeste, é fundamental a adoção de políticas públicas para implementação de reúso de água;
- A aceitação da água de reúso por parte da população em geral é essencial para a implementação dessa prática e pode ser alcançada por meio de

políticas públicas com a finalidade de difundir informações sobre esse tema e, conseqüentemente, conscientizar a população em relação à importância e aos benefícios do uso racional e reúso de água, entre outros aspectos;

- A política tarifária dos sistemas de reúso deve ser integrada à política tarifária dos sistemas de água e esgoto, e a manutenção das tarifas de água está diretamente relacionada ao sucesso tanto do reúso quanto da conservação da água.

No que se refere aos benefícios e riscos, a implementação do uso racional e reúso de água acarreta:

- Melhoria na disponibilidade hídrica e benefícios associados – por exemplo, viabilidade econômica, pois com a prática do uso racional ou reúso de água aumenta-se a disponibilidade hídrica de uma determinada região, favorecendo seu desenvolvimento;
- Melhoria na autonomia de uma região e benefícios associados – por exemplo, a água de reúso é um recurso hídrico local, permitindo reduzir a dependência sobre transposição/importação de água de outras regiões ou localidades;
- Melhoria na qualidade das águas superficiais e benefícios associados – por exemplo, o reúso de água pode reduzir a carga de poluentes lançadas nas águas superficiais por meio de aplicações na agricultura (reúso agrícola),
- Impacto positivo na pegada de carbono e benefícios associados (comparando a dessalinização ou transposição de regiões distantes, o uso racional e o reúso de água possuem impacto positivo, por exemplo, porque consome-se menos energia);
- Risco ao meio ambiente e à saúde se regulamentações não estiverem estabelecidas e/ou atendidas, dado o risco de contaminação por organismos patogênicos presentes na água de reúso, por exemplo;
- Risco ao uso do solo e riscos associados; devido, principalmente, ao possível aumento da salinidade do solo com a prática irregular do reúso de água. Isso ocorre porque a água de reúso, se não caracterizada,

monitorada e aplicada de forma adequada, pode possuir elevada concentração de sais, entre outros elementos, que prejudicará o solo;

- Risco à qualidade das águas subterrâneas ou superficiais, dado o potencial aumento da concentração de sais e outros elementos se as operações industriais ou o reúso agrícola, por exemplo, forem realizados inadequadamente (sem critério e diretrizes);
- Risco à pegada de carbono e riscos associados (comparando-se o gasto energético para produção de água de reúso com a prática de conservação, que consome menos energia).

Considerando as ações de conservação de água definidas pelo Water Use and Conservation Bureau – WUCB (1999, *apud* Prosab, 2006) e o cenário de projetos e programas nacionais, que serão abordados nos capítulos posteriores, podem-se citar para implementação no contexto brasileiro as seguintes:

- Reduzir a captação de água dos mananciais e os usos consuntivos. Há cerca de 10 anos o Governo Federal brasileiro, por meio dos órgãos competentes e em parceria com outras entidades e instituições, desenvolve ações para otimizar a agricultura irrigada e o uso racional da água na indústria, especialmente;
- Reduzir o desperdício ou as perdas de água e aumentar a eficiência do uso da água. O MCidades possui atualmente alguns projetos sobre esse tema, no âmbito do Programa de Modernização do Setor de Saneamento (Projeto COM+ÁGUA – trabalhando no combate a perdas de água) e do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (visa avaliar novos produtos utilizados nos processos de construção e combater a não conformidade técnica de materiais e componentes da construção civil a fim de melhorar a eficiência do uso da água);
- Prevenir a poluição da água. Desde 2007, quando foi sancionada a Lei n. 11.445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, os órgãos competentes do Governo Federal vêm atuando no sentido de universalizar os serviços de saneamento no Brasil, reduzindo assim a poluição hídrica;
- Elevar a reciclagem ou o reúso de água. O MCidades e o Ministério do Meio Ambiente (MMA) desenvolvem atualmente projetos para essa

finalidade, como o caso, respectivamente, do projeto da empresa CH2M, que tem como objetivo a Elaboração de Proposta do Plano de Ações para Instituir uma Política de Reúso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil; e este projeto, com objetivo principal de elaboração de subsídios técnicos para instituir norma legal do CNRH sobre uso racional e reúso de água, ambos com intuito de normatizar e estimular a prática de reúso de água no Brasil.

4. NORMATIVOS LEGAIS E DIRETRIZES

Neste capítulo, apresenta-se um resumo dos normativos legais, diretrizes e suas especificidades encontradas no Brasil e no mundo quanto à prática do uso racional e reúso de água. São apontados também os principais parâmetros e padrões recomendados.

4.1 CONTEXTO INTERNACIONAL

No âmbito internacional, há várias publicações completas sobre experiências internacionais, revistas especializadas, bem como associações e centros de pesquisas dedicados ao tema que desenvolvem e publicam matérias relevantes. As referências mais importantes estão elencadas no Quadro 4.1, outras foram avaliadas e citadas ao longo do texto. Todas elas se encontram listadas nas Referências.

Quadro 4.1: Principais publicações ou fontes de referências no âmbito internacional sobre uso racional e reúso de água (*continua*)

Publicações/Fontes	Referências
Guidelines for Water Reuse (Diretrizes para Reúso de Água) – EUA	United States Environmental Protection Agency (USEPA), 2012
Water Reuse: Potential for Expanding the Nation's Water Supply Through Reuse of Municipal Wastewater (Reúso de água: Potencial para expansão da oferta de água no país através do reúso de efluentes municipais) – EUA	National Research Council (NRC), 2012
Water Reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs (Reúso de Água: Uma pesquisa internacional da prática atual, questões e necessidades) – EUA	International Water Association (IWA) – Jiménez; Asano, 2008
Water reuse guideline (Diretriz de reúso de água) – Austrália	Food Authority of New South Wales – Australia, 2008
Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater (Diretrizes para o uso seguro de águas residuárias, excretas e águas cinzas) – United Nations (UN)	World Health Organization (WHO), 2006

Quadro 4.1: Principais publicações ou fontes de referências no âmbito internacional sobre uso racional e reúso de água (*continua*)

Publicações/Fontes	Referências
Guidelines for the Non-potable Uses of Recycled Water in Western Australia (Diretrizes para os usos não potáveis de água de reúso na Austrália Ocidental) – Austrália	Department of Health Government of Western Australia, 2011
Guidelines for municipal water reuse in the Mediterranean region (Diretrizes para reúso municipal de água na região mediterrânea) – UN	United Nations Environment Programme (Unep), 2005
ISO 16.075 – Guidelines for treated wastewater use for irrigation (Diretrizes para o uso de águas residuárias tratadas para irrigação)– Mundial	International Organization for Standardization (ISO), 2015
Title 22 - California Code of Regulations (Título 22 - Código de Regulamentos da Califórnia) – Estado da Califórnia (EUA)	State of California - Health and Human Services Agency Department of Health Care Services, 2015
Guidelines for the Reuse of Treated Wastewater (Diretrizes para o reúso de águas residuárias tratadas) – Japão	Ministry of Land, Infrastructure and Transport – Japan, 2005
Effluent Quality Standards and Rules for Sewage Treatment, Regulations (Padrões de qualidade de efluente e regras para tratamento de esgoto, Regulamentos) – Israel	Israel Ministry of Environmental Protection, 2010
Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications (Reúso de água: Problemas, tecnologias e aplicações) – EUA	Metcalf & Eddy/AECOM, 2007
Technological Perspectives for Rational Use of Water Resources in the Mediterranean Region (Perspectivas tecnológicas para o uso racional dos recursos hídricos na região do Mediterrâneo) – Região do Mediterrâneo	Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM), 2009
Access, Management and Rational Use of Water (Acesso, gerenciamento e uso racional da água) – El Salvador	United States Agency for International Development (USAID), 2002
Sustainable water use in Europe - Part 2: Demand management (Uso sustentável da água na Europa - Parte 2: Gestão da demanda) – União Europeia	European Environment Agency (EEA), 1999

Quadro 4.1: Principais publicações ou fontes de referências no âmbito internacional sobre uso racional e reúso de água (*conclusão*)

Publicações/Fontes	Referências
Water Conservation Implementation Task Force - Best Management Practices Guide (Força-Tarefa para Implementação da Conservação da Água - Guia de Melhores Práticas de Gerenciamento) – Texas (EUA)	Texas Water Development Board – Report 362 (Texas, 2004)
Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNEUA) - Versão Preliminar – Portugal	Instituto da Água e Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território (Portugal, 2001)
Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNEUA) - Implementação 2012-2020 – Portugal	Agência Portuguesa do Ambiente, I.P (Portugal, 2012)
Elaboração de proposta do Plano de ação para instituir uma política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil – INTERÁGUAS, Ministério das Cidades, IICA – CH2M	CH2M, Produtos II a VI (2016 a 2018)

O Quadro 4.2 a seguir demonstra as modalidades de reúso de água consideradas, que são, de maneira geral, divididas em duas grandes categorias: não potável e potável. As mais proeminentes na categoria não potável são reúso agrícola, industrial, urbano e recreacional/ambiental.

Quadro 4.2: Principais modalidades de reúso e aplicações típicas no mundo

Modalidades de reúso		Referências
Reúso Não Potável		
Reúso urbano	Irrestrito	Utilização de água de reúso para aplicações não potáveis em ambientes urbanos, onde o acesso de pessoas não é restrito.
	Restrito	Utilização de água de reúso para aplicações não potáveis em ambientes urbanos, onde o acesso de pessoas é controlado ou restrito, por barreiras físicas ou institucionais, como cercas, placas de aviso ou acesso por tempo de restrição.
Reúso agrícola	Culturas alimentares	Utilização de água de reúso para irrigar culturas cuja intenção seja o consumo humano.
	Culturas de alimentos industrializados e não alimentares	Utilização de água de reúso para irrigar culturas que serão industrializadas ou processadas antes do consumo humano ou não.
Represamento	Irrestrito	Utilização de água de reúso em represamentos utilizados para contato corporal e atividades de recreação.
	Restrito	Utilização de água de reúso em represamentos nos quais o contato corporal é restrito.
Reúso ambiental		Utilização de água de reúso para criar, manter, sustentar e repor corpos d'água, incluindo alagados (<i>wetlands</i>) e habitats aquáticos, ou para aumentar a vazão de rios.
Reúso industrial		Utilização de água de reúso em aplicações e processos industriais, produção de energia e extração de combustíveis fósseis.
Recarga de aquíferos		Utilização de água de reúso para recarregar aquíferos que não são usados como fonte de água potável.
Reúso Potável		
Reúso potável	Indireto	Aumento de uma fonte de água potável (superficial ou subterrânea) com água recuperada, seguido por qualquer reserva ambiental, que precede o tratamento normal para água potável.
	Direto	Introdução de água recuperada (com ou sem retenção de um sistema de armazenamento projetado) diretamente em uma ETA, instalada no mesmo local ou remoto, a partir de um avançado sistema de tratamento de águas residuárias.

Fonte: Adaptado USEPA (2012) e e WHO (2006)

Vale frisar que as normas e os critérios de qualidade da água para proteção da saúde pública e do meio ambiente variam conforme o tipo de reúso e, geralmente, dependendo do país e até dos estados. Os EUA, por exemplo, têm como referência a publicação da USEPA (2012), na qual se definem diretrizes para nível de tratamento e critérios de qualidade de água para vários tipos de reúso; mas cada estado onde se pratica reúso tem adotado regulações e critérios de qualidade de água específicos. As regulações e critérios de qualidade de água de reúso mais difundidos são os adotados na Califórnia e conhecidos como “Title 22” (State of California/EUA, 2015).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) e o governo federal da Austrália são exemplos de outras entidades que publicaram diretrizes para o nível de tratamento e critérios de qualidade de água para vários tipos de reúso (WHO, 2006; Environment Protection and Heritage Council (EPHC), National Health and Medical Research Council (NHMRC), Natural Resource Management Ministerial Council (NRMMC), do Governo da Austrália, 2006). No entanto, as diretrizes da OMS (WHO, 2006) estão voltadas apenas para fins agrícolas e para a aquicultura.

Em geral, as normas e os critérios de qualidade vão de “menos restritivo” para “mais restritivo”, conforme Quadro 4.3.

Quadro 4.3: Principais modalidades de reúso e aplicações típicas no mundo – referências no âmbito internacional

Modalidades de reúso		Subcategoria	Nível de restrição para proteção da saúde pública e do meio ambiente
Não potável	Reúso agrícola	Para produtos não comestíveis	<div>Menos restritivo</div> <div>↓</div> <div>Mais restritivo</div>
	Melhorias ambientais e recreacionais	Com restrições	
	Reúso industrial	-	
	Reúso urbano	Em áreas restritas	
	Reúso urbano	Em áreas públicas	
	Melhorias ambientais e recreacionais	Sem restrições	
	Reúso agrícola	Para produtos comestíveis	
Potável	Reúso potável indireto	-	
	Reúso potável direto	-	

Fonte: Adaptado USEPA (2012) e WHO (2006).

Ressalta-se que existem duas tendências muito nítidas no mundo em termos de legislação para reúso. A primeira é da OMS, que leva em conta a probabilidade na análise de risco, isto é, o risco aceitável medido por meio de critérios e estudos probabilísticos. Já a outra tendência, da USEPA, envolve o conceito de risco zero, que é extremamente rigoroso. Neste último caso, por ser muito exigente, o padrão de qualidade pode chegar a inviabilizar os projetos de reúso por questões, por exemplo, tecnológicas – devido ao custo elevado para o tratamento de águas residuárias para obter-se a alta qualidade exigida.

No tocante à União Europeia, apesar da falta de critérios para reúso de água em nível continental, várias diretivas ambientais devem ser levadas em conta para implementações de legislações que visam ao uso racional e reúso de água. A Diretiva-Quadro da Água (Water Framework Directive – WFD, 2000/60/EC), por exemplo, estabelece um quadro jurídico para garantir quantidades suficientes de água de boa qualidade em toda a Europa, considerando as diferentes utilizações da água e a qualidade ambiental. Seus principais objetivos são:

- Expandir a proteção da água para todas as “tipos” de águas;
- Alcançar o “bom estado” para todas as águas;
- Basear a gestão da água no domínio das bacias hidrográficas;
- Estabelecer valores-limite de emissão com padrões de qualidade ambiental;
- Garantir que os preços da água forneçam incentivos adequados para o uso dos recursos hídricos eficientemente;
- Envolver os cidadãos mais de perto;
- Simplificar a legislação.

Além dessa diretiva, existem outras que regulamentam normas específicas para recursos hídricos e seus usos na UE. Essas diretrizes² referem-se ao emprego da água de reúso no que concerne à responsabilidade com as questões que envolvem a saúde e o meio ambiente, conforme exemplificado a seguir:

- Diretiva relativa ao tratamento de águas residuárias urbanas (91/271/EEC): diz respeito à qualidade das águas residuárias urbanas lançadas em corpos receptores que podem ser reusadas se forem adicionalmente tratadas por tecnologias apropriadas. As principais preocupações são com substâncias químicas ou biológicas perigosas;

² Listadas nas Referências, na entrada da EU – European Commission.

- Diretiva de Lodo de Esgoto (86/278/EEC): trata do uso de lodo de águas residuárias na agricultura, em relação à contaminação do solo e águas subterrâneas, bem como produtos agrícolas com substâncias químicas ou biológicas perigosas e o risco à saúde dos trabalhadores e consumidores;
- Diretiva relativa aos nitratos (91/676/EEC): refere-se ao reúso de água para irrigação agrícola e recarga das águas subterrâneas no que diz respeito aos impactos dos nitratos na saúde e no ambiente, especialmente em zonas vulneráveis. É necessário evitar a fertilização excessiva;
- Diretiva de Águas Subterrâneas (2006/118/EC): refere-se ao reúso de água para irrigação agrícola e recarga das águas subterrâneas com relação à contaminação de águas subterrâneas por substâncias químicas perigosas;
- Estratégia Temática de Proteção do Solo (COM/2006/231) e a futura Diretiva de Proteção do Solo: abordam o emprego de água de reúso para irrigação e recarga das águas subterrâneas com vista à proteção do solos da deterioração;
- Diretiva Água Potável (98/83/EC): trata do reúso indireto de água potável, por exemplo, por meio da recarga de aquíferos utilizados para a captação de água destinada ao consumo humano, bem como da manutenção das águas superficiais para consumo humano com relação aos contaminantes químicos e biológicos;
- Diretiva de Águas Balneares (2006/7/EC): diz respeito à utilização de águas residuárias tratadas em represas recreativas com ou sem acesso público (por exemplo, áreas de pesca, canoagem ou banho). A principal preocupação é o risco para a saúde pública causado por patógenos;
- Diretiva dos Peixes de Água Doce (2006/44/EC) e Diretiva das Águas Marinhas (2006/113/EC): referem-se ao reúso de água na aquicultura e como reforço ambiental, como o controle da vazão de rios;
- Diretiva Habitats (92/43/EEC) e Diretiva Aves (2009/147/EC): abordam a aplicação da água de reúso para a melhoria ambiental, como a melhoria dos manguezais e áreas úmidas (wetlands);
- Diretiva de Emissões Industriais (2010/75/EU) e Diretiva de Padrões de Qualidade Ambiental (2008/105/EC): estabelecem os parâmetros para a aplicação de água de reúso em usos industriais e usos que possam afetar

as matrizes ambientais de águas superficiais e subterrâneas, como recarga de aquífero, controle da vazão de rios e irrigação.

Na União Europeia determina-se que, quando a água de reúso é aplicada na irrigação agrícola, a segurança das culturas irrigadas deve ser garantida. O objetivo de sua política de segurança alimentar é proteger a saúde e os interesses dos consumidores e, para alcançá-lo, há fiscalização rígida do cumprimento das normas de controle estabelecidas no que se refere à higiene dos gêneros alimentícios e dos produtos alimentares, à saúde e bem-estar dos animais, à fitossanidade e à prevenção do risco de contaminação por substâncias externas. Tais prescrições envolvem tanto os produtos alimentares produzidos na UE como os importados de outros países, onde os padrões de qualidade da água para irrigação agrícola com água de reúso devem ser correlatos com as regulamentações de segurança alimentar da UE.

Segundo a USEPA (2012), existem alguns potencializadores ou motivadores que visam à implementação de programas de uso racional e reúso de água, como descrito no item a seguir.

4.1.1 Potencializadores para o uso racional e reúso de água

A capacidade de reusar a água, independentemente se a intenção é aumentar o suprimento de água ou gerenciar os nutrientes no efluente tratado, traz benefícios positivos que também são os principais potencializadores ou motivadores para a implementação de programas de uso racional e reúso de água. Esses benefícios incluem a melhoria da produção agrícola; a redução do consumo de energia associado à produção, tratamento e distribuição de água; e benefícios ambientais significativos, como a redução de cargas de nutrientes nos corpos hídricos receptores, devido à reutilização das águas residuárias tratadas.

Assim, de acordo com a USEPA (2012), existem três potencializadores ou motivadores para a implementação do uso racional e reúso de água, a saber: (i) segurança e disponibilidade hídrica; (ii) proteção do meio ambiente e da saúde pública; (iii) o denominado *Water-energy-food nexus*.

a) Segurança e disponibilidade hídrica

O principal potencializador que leva à adoção de técnicas para o uso racional e reúso de água é a falta de água doce de qualidade (limpa ou potável) para o suprimento da população, das atividades humanas ou do meio ambiente.

As áreas no mundo onde ocorre estresse hídrico têm crescido devido ao aumento da população mundial, particularmente nos grandes centros urbanos próximos à costa marítima, e devido às mudanças climáticas que ocasionam secas cada vez mais severas em certas áreas, incluindo as regiões de grande densidade demográfica.

Desse modo, o uso racional de água ou uso eficiente de água visa minimizar demanda e majorar a oferta de água. Por outro lado, o reúso de água, enquanto aproveitamento de um recurso hídrico ou uma fonte de água, local, disponível mesmo durante a época de seca, permite conservar os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade (no caso de uso não potável), o que consiste em uma solução mais sustentável com relação aos problemas de segurança hídrica comparada a outras opções, ou um componente importante de solução sustentável em certos contextos.

b) Proteção do meio ambiente e da saúde pública

O segundo potencializador que leva, principalmente, ao reúso de água é a proteção do meio ambiente e da saúde pública. Isso se dá porque a escassez de água e as demandas de abastecimento de água em regiões áridas e semiáridas fazem do reúso um suprimento alternativo de água.

No entanto, ainda há muitos programas de reúso de água nos EUA, por exemplo, que foram iniciados em resposta a exigências rigorosas e onerosas para remover nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo) para o lançamento de efluentes. Nesse sentido, as preocupações ambientais com os impactos negativos do aumento das descargas de nutrientes em águas costeiras têm ocasionado reduções obrigatórias no número de descargas oceânicas na Flórida e na Califórnia. Ao eliminar as descargas de efluentes para todo ou mesmo parte do ano por meio do reúso de água, um município pode ser capaz de evitar ou reduzir a necessidade de processos de tratamento dispendiosos visando à remoção de nutrientes ou de manter os recursos gastos enquanto expande a capacidade.

Evitar instalações de tratamento de águas residuárias dispendiosas foi o principal motor de São Petersburgo, na Flórida (EUA), para iniciar a distribuição de água de reúso para demandas do município, como limpeza de ruas e rega de jardins, residenciais, comerciais e industriais, restringindo significativamente a descarga de nutrientes em Tampa Bay. Outro exemplo atual é o King County, Wash., que está implementando a reutilização para reduzir a descarga de nutrientes em Puget Sound para tratar da saúde dessa água marinha.

Outros projetos começaram como solução para a proteção do meio ambiente e posteriormente possibilitaram a melhora da segurança hídrica da região. Foi o caso do projeto de reúso urbano da cidade de San Jose, na Califórnia (EUA). Originalmente, o projeto visava preservar um ecossistema de manguezal (água salina) que estava prejudicado pelos efluentes sanitários (água doce) lançados pela cidade. Atualmente, o projeto também tem um papel fundamental na melhoria da segurança hídrica na região.

No contexto de saúde pública, o reúso de água minora o lançamento dos efluentes, o que, por sua vez, minimiza o risco de contaminação da população pelos poluentes contidos nos efluentes.

c) *Water-energy-food nexus*

O terceiro potencializador que leva à implementação do uso racional e do reúso de água é o chamado *water-energy-food nexus*, o qual considera que a água e a energia são interdependentes: produção de energia requer grandes volumes de água e a infraestrutura de água requer grandes volumes de energia. Outrossim, a produção de alimentos também entra nessa interdependência, uma vez que 70% do consumo de água doce é destinado à agropecuária (UNEP, 2008). Ou seja, com o crescimento da população mundial, precisa-se de mais alimentos, o que, por sua vez, demandará mais água e energia para assegurar sua produção, ao mesmo tempo que os recursos hídricos de boa qualidade estão se tornando mais escassos.

O reúso de água, nesse contexto, permite controlar o ciclo crescente do uso de água e energia. Um exemplo disso é o caso de localidades que dependem da dessalinização de água do mar, como ocorre em Israel. Maximizar o reúso de água em regiões desse tipo permite minimizar a quantidade de dessalinização no conjunto de componente de gestão de água e, conseqüentemente, promove a redução da

quantidade de energia necessária para manter essa fonte de água, além de potencializar a produção de alimentos.

Nesse contexto, a Figura 4.1 ilustra algumas das opções para o futuro manejo sustentável do referidonexo, que exigirão abordagens, estratégias e tecnologias inovadoras, bem como a difusão de informação e a mudança de comportamento. As opções incluem: práticas agrícolas adequadas e fertilização orgânica; práticas alternativas de agricultura sustentável, que incluem agroflorestamento e consorciamento de cereais com leguminosas para melhorar os solos deficientes em nitrogênio e reduzir a dependência de fertilizantes e pesticidas sintéticos; emprego de pesticidas naturais e possível (re)introdução de espécies nativas e diferentes culturas; energia hidrelétrica sustentável associada à irrigação, incluindo a alocação adequada de energia, água e alimentos de maneira equitativa e eficiente dentro das restrições ecológicas existentes (SEI, 2011).

Resumindo, deve-se investir em tecnologias de irrigação simples, baratas e eficientes a fim de que, por um lado, sejam obtidas as melhores formas para aumentar a irrigação e produção de alimentos e, por outro, sejam evitados – ou ao menos minorados – os danos ambientais. Simultaneamente, serão alcançadas melhor produtividade de energia e resiliência do ecossistema.

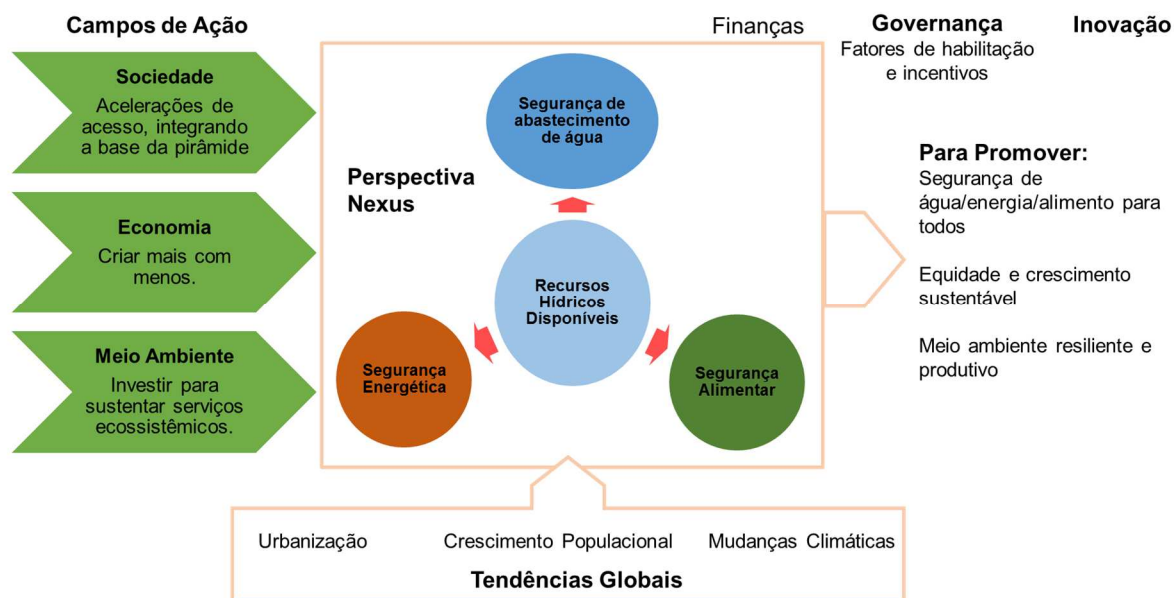


Figura 4.1: Water-energy-food Nexus

Fonte: SEI (2011)

4.2 CONTEXTO NACIONAL

No Brasil, há diversas legislações e diretrizes que tratam o tema água. Algumas delas, mais específicas, já abordam reúso em seus vários aspectos, em âmbito nacional, estadual e municipal, como pormenorizado nos itens seguintes.

4.2.1 Âmbito federal

O Quadro 4.4 a seguir apresenta os normativos legais e as diretrizes federais que estão relacionados, de alguma forma, com o tema uso racional e reúso de água, enquanto o Quadro 4.5 trata dos projetos de lei existentes atualmente em tramitação na Câmara dos Deputados e no Senado que são relevantes ao tema.

Quadro 4.4: Normativos legais e diretrizes no âmbito federal sobre uso racional e reúso de água (*continua*)

Legislações e Diretrizes	Fonte	Assunto
Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997	Presidência da República	Instituiu o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, que cria políticas para a gestão integrada dos recursos hídricos em conformidade com a lei, promovendo os usos múltiplos, a conservação, o uso racional e a diminuição da poluição das águas, visando a importância da outorga. Dispõe sobre o uso primário da água, mas o conceito de reúso não é abordado de forma explícita.
Resolução n. 357, de 17 de março de 2005	Conama	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Estabelece as condições padrões de lançamento de efluentes, trata de classificar as águas em quatro classes e estipula parâmetros de qualidade de acordo com essas classes. Não contemplou o tema reúso.
Resolução n. 54, de 28 de novembro de 2005	CNRH	Estabelece os critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água. Determina o reúso não potável de água abrangendo as seguintes modalidades: reúso para fins urbanos, agrícolas e florestais, ambientais, industriais e aquicultura. Outro ponto importante é o monitoramento da prática. Estabelece critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, deixando para os órgãos competentes as diretrizes, critérios e parâmetros específicos para as modalidades de reúso definidas nessa resolução.
Resolução n. 121, de 16 de dezembro de 2010	CNRH	Estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH n. 54, de 28 de novembro de 2005.
NBR 13.969, de setembro de 1997	ABNT	Trata de Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final de efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. A norma não é específica para reúso de água e considera o aproveitamento de efluentes tratados uma opção de destinação final. Contudo, aborda tão somente o reúso local da água resultante do tratamento de esgoto tipicamente doméstico. Define classes de água de reúso, de acordo com parâmetros de qualidade.

Quadro 4.4: Normativos legais e diretrizes no âmbito federal sobre uso racional e reúso de água (*conclusão*)

Legislações e Diretrizes	Fonte	Assunto
NBR 15.527, de setembro de 2007	ABNT	Trata do aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis e apresenta os requisitos para o aproveitamento da água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Sua aplicação procede para usos não potáveis em que a água de chuva pode ser utilizada após tratamento adequado. Quanto à concepção do projeto do sistema de coleta da água de chuva, este deve atender as normas técnicas ABNT – NBR 5.626 e NBR 10.844.
<i>No prelo</i>	ABNT	A ABNT possui atualmente uma comissão que está tratando da questão da conservação de água e do uso de fontes alternativas de água não potável em edificações.

Quadro 4.5: Projetos de lei existentes atualmente em tramitação na Câmara dos Deputados e no Senado em relação ao uso racional e reúso de água (*continua*)

Projetos de lei	Ementa/Assunto
PL n. 2630/2007	Dispõe sobre a adoção de providências visando economizar ou otimizar o uso da água nas instalações hidráulicas e sanitárias das edificações que estejam sob a responsabilidade de órgãos pertencentes à administração pública federal.
PL n.1155/2011	Autoriza o Poder Executivo a criar o Fundo Nacional de Reutilização de Água (Funreágua).
PL n. 2457/2011	Altera a Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade), e a Lei n. 4.380, de 21 de agosto de 1964, que dispõe sobre o Sistema Financeiro da Habitação, para instituir mecanismos de estímulo à instalação de sistemas de coleta, armazenamento e utilização de águas pluviais em edificações públicas e privadas.
PL n. 4109/2012	Institui o Programa Nacional de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas.
PLS n. 12/2014	Dispõe sobre incentivos para fomentar a reutilização de recursos hídricos no âmbito da Contribuição para o Programa de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público - PIS/PASEP, da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - Cofins, do Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI e Imposto de Renda Pessoa Jurídica - IRPJ.

Quadro 4.5: Projetos de lei existentes atualmente em tramitação na Câmara dos Deputados e no Senado em relação ao uso racional e reúso de água (*conclusão*)

Projetos de lei	Ementa/Assunto
PL n. 7818/2014	Estabelece a Política Nacional de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais e define normas gerais para sua promoção.
PL n. 731/2015	Altera a Lei n. 11.124, de 16 de junho de 2005, para incluir a sustentabilidade ambiental entre as diretrizes estabelecidas no âmbito do Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social - SNHIS, e para dispor sobre a precedência, na utilização dos recursos do Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social - FNHIS, dos projetos e programas que demonstrem a sustentabilidade ambiental do empreendimento habitacional.
PL n. 1675/2015	Torna obrigatória a utilização de patamares mínimos de água de reúso por plantas industriais e prédios comerciais que se instalem em regiões de baixa precipitação pluviométrica.
PL n. 1799/2015	Dá nova redação ao art. 25 da Lei n. 10.438, de 2002 (Lei do Setor Elétrico), para estimular a atividade de dessalinização de águas salgadas.
PL n. 2427/2015	Dispõe sobre incentivos para aumentar a reutilização de recursos hídricos no País.
PL n. 3705/2015	Dispõe sobre a instituição do Selo Verde para certificar empresas que adotem medidas para reduzir o consumo de água, aumentar a eficiência energética e reduzir, reutilizar e reciclar materiais e recursos.
PL n. 2245/2015	Altera a Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, para incluir entre os fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos a determinação sobre o emprego da água de menor qualidade em usos menos exigentes.
PLS n. 51/2015 (*)	Estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências para instituir normas sobre o abastecimento de água por fontes alternativas, tais como água de reúso e água de chuva, determinando sua inclusão em plano diretor e plano de saneamento básico, bem como excepcionando a exclusividade no abastecimento de água pela rede pública.
PLS n. 13/2015	Altera as Leis n. 9.433/1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos) e 11.445/2007 (Lei do Saneamento Básico) para promover o uso de fontes alternativas de abastecimento de água, como água de chuva e reúso de água.
PLS n. 108/2015	Altera a Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes para o saneamento básico e dá outras providências, para criar incentivos ao uso moderado da água tratada e ao aproveitamento de águas pluviais e de reúso.

(*) Aprovado pelo Senado. Remetido à Câmara dos Deputados.

Em relação ao Quadro 4.4, pode-se notar que tanto a Lei n. 9.433/1997 quanto a Resolução Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) n. 357/2005 não tratam especificamente do referido tema. As [resoluções CNRH n. 54/2005 e n. 121/2010](#) tratam genericamente a prática de reúso direto não potável de água, pois remetem aos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), conforme por exemplo preconiza o Art. 4º da Resolução CNRH n. 54/2005: “(...) no âmbito de suas respectivas competências, avaliarão os efeitos sobre os corpos hídricos decorrentes da prática do reúso, devendo estabelecer instrumentos regulatórios e de incentivo para as diversas modalidades de reúso”. Ou ainda em seu Art. 8º, inciso I, em que se define que os Comitês de Bacia Hidrográfica deverão considerar, na proposição dos mecanismos de cobrança e aplicação dos recursos da cobrança, a criação de incentivos para a prática de reúso.

De todo modo, esses aspectos serão discutidos e analisados detalhadamente ao fim deste capítulo e no Capítulo 10.

Já as NBR 13.969/1997, 15.527/2007 e *no prelo* da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) indicam diretrizes, parâmetros e padrões para o emprego de água de reúso, que serão detalhados e discutidos no item 4.3. De qualquer maneira, essas normas não possuem poder legal, configurando-se apenas como recomendações a serem adotadas visando a boas práticas técnicas.

Por meio da análise das informações constantes no Quadro 4.5, evidencia-se que existem diversas iniciativas governamentais em prol do uso racional e reúso de água. No entanto, observa-se que todos os projetos de lei já se encontram em tramitação há cerca de três anos – alguns há mais de cinco anos –, indicando a morosidade da gestão pública no que se refere a temas tão relevantes para o desenvolvimento da sociedade e do País.

Entre esses Projetos de Lei (PL) e Projetos de Lei do Senado (PLS), destaca-se o PLS n. 12/2014, que propõe incentivos para fomentar a reutilização de recursos hídricos no âmbito da contribuição para o Programa de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/Pasep), da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins), do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ).

Esse PLS prevê, por exemplo, em seu art. 3º, que pessoas jurídicas produtoras ou distribuidoras de água de reúso terão direito à redução de 75% de

Imposto de Renda (IR). No art. 4º propõe-se a redução a zero da alíquota da contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins incidentes sobre a receita de venda ou de tratamento de água de reúso. No art. 5º define que as aquisições de máquinas e equipamentos destinadas à instalação, manutenção, ampliação ou modernização de planta de tratamento de água de reúso terão direito à redução da alíquota a zero do IPI, da contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins. No entanto, o referido PLS é específico para quem produz e distribui água de reúso, não contemplando empresas que fazem o reúso e reciclagem em seu próprio sistema para autoconsumo. Os benefícios, neste último caso, ficam restritos à diminuição da cobrança pelo uso da água (outorga) ou à redução da própria conta de água.

Há também o PL n. 1.155/2011, que autoriza o poder Executivo a criar o Fundo Nacional de Reutilização da Água (Funreágua). Em seu art. 4º estabelece que “os recursos do Funreágua serão aplicados de forma descentralizada, na modalidade de transferência voluntária para os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, e na forma de financiamento para pessoas físicas e jurídicas e entidades públicas e privadas”. Note-se que, caso o fundo seja implementado, haverá uma política financeira visando ao maior estímulo à adoção de reúso de água no País.

É importante realçar que no Brasil, durante aproximadamente 10 anos, foi implementado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) e pelo MCidades o Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (Prosab), tendo a participação importante de algumas instituições, como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Caixa Econômica Federal (Caixa) e cerca de 55 instituições de ensino e pesquisa.

Em seu Edital número 3, 4 e 5, por exemplo, o Prosab trabalhou e publicou, entre outros assuntos, os temas Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura, Uso racional da água em edificações e Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água, respectivamente. Tais publicações são referências para a temática do presente trabalho.

Existem também diversos manuais publicados por iniciativas de órgãos públicos e privados que orientam, sem o caráter legal, a prática de reúso. Merece menção o Manual de Conservação e Reúso da Água, elaborado em 2004 pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp) em parceria com a Agência

Nacional de Águas (ANA), com foco industrial (Fiesp, 2004). Outro é o Manual de Conservação e Reúso de Água em Edificações, elaborado pela Fiesp, Sindicato da Indústria da Construção Civil (Sinduscon) e ANA em 2005 (Fiesp, 2005). Vale citar também o Manual de Conservação e Reúso de Água na Agroindústria Sucroenergética, de 2009, iniciativa da Fiesp, União da Indústria da Cana-de-Açúcar (UNICA), Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) e ANA.

Essas publicações estabelecem padrões de qualidade para diferentes atividades consumidoras de água não potável. O Manual de Conservação e Reúso de Água em Edificações define, por exemplo, quatro classes de reúso em função das aplicações, bem como os parâmetros característicos (e limites de concentrações associadas) para cada classe.

4.2.1.1 Considerações sobre o CNRH

O CNRH integra o SINGREH, criado por meio da Lei n. 9.433/1997. Em seu Art. 35º, estão discriminadas as suas competências, as quais foram listadas e comentadas no Quadro 4.6.

Quadro 4.6: Competências do CNRH segundo a Lei n. 9.433/1997 e respectivos comentários

Competências	Comentários
I - Promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional, estaduais e dos setores usuários;	O CNRH tem competência para se articular com os diversos setores governamentais do País com vistas ao planejamento de recursos hídricos. Um exemplo é a possibilidade de articulação, por meio de moção, com o MCidades que responde por grande parte dos investimentos para o setor de saneamento, para criação de linhas financiamentos específicos para reúso de água visando ao cumprimento das metas do PNRH.
II - Arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;	-
III - Deliberar sobre os projetos de aproveitamento de recursos hídricos cujas repercussões extrapolem o âmbito dos Estados em que serão implantados;	-

IV - Deliberar sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos ou pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;	-
V - Analisar propostas de alteração da legislação pertinente a recursos hídricos e à Política Nacional de Recursos Hídricos;	O CNRH pode analisar propostas relativas à legislação pertinente a recursos hídricos e ao Plano Nacional de Recursos Hídricos. Um exemplo é o envio de moção para o Conama para que sejam estabelecidos parâmetros e padrões de qualidade da água de reúso nas diferentes modalidades visando complementar as Resoluções CNRH n. 54/2005 e n. 121/2010.
VI - Estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;	Um exemplo de atuação do CNRH nesse sentido é o estabelecimento de uma resolução sobre o uso racional da água.
VII - Aprovar propostas de instituição dos Comitês de Bacia Hidrográfica e estabelecer critérios gerais para a elaboração de seus regimentos;	-
VIII - (VETADO)	-
IX - Acompanhar a execução e aprovar o Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas; <i>(Inciso com redação dada pela Lei nº 9.984, de 17/7/2000)</i>	O CNRH tem competência para determinar providências necessárias ao cumprimento de metas do PNRH, por exemplo, a concepção de uma resolução sobre o uso racional da água.
X - Estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso;	O CNRH pode desenvolver critérios gerais contendo procedimentos e mecanismos para a inserção da outorga do reúso de água no balanço hídrico da bacia hidrográfica.
XI - Zelar pela implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB); <i>(Inciso acrescido pela Lei nº 12.334, de 20/9/2010)</i>	-
XII - Estabelecer diretrizes para implementação da PNSB, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB); <i>(Inciso acrescido pela Lei nº 12.334, de 20/9/2010)</i>	-

<p>XIII - Apreciar o Relatório de Segurança de Barragens, fazendo, se necessário, recomendações para melhoria da segurança das obras, bem como encaminhá-lo ao Congresso Nacional. <i>(Inciso acrescido pela Lei n. 12.334, de 20/9/2010)</i></p>	<p>-</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------

Fonte: Adaptado Lei n. 9.433/1997

Conforme se evidencia pelo quadro anterior e considerando os objetivos deste trabalho, o CNRH, portanto, tem competência para se articular com outras pastas e órgãos do governo visando à criação de um ato normativo sobre uso racional de água, ao estabelecimento de parâmetros e padrões de qualidade da água de reúso, ao fornecimento de subsídios para Comitês de Bacia Hidrográfica quanto a questões da outorga e balanço hídrico da bacia hidrográfica, etc., como será discutido e apresentado em seguida.

4.2.2 Âmbitos estadual e municipal

Como supracitado, existem no País normativos legais e diretrizes em âmbito estadual e municipal relacionados com o tema uso racional e reúso de água, conforme resumido no Quadro 4.7 a seguir.

Quadro 4.7: Normativos legais e diretrizes no âmbito estadual e municipal sobre uso racional e reúso de água (*continua*)

Legislações e Diretrizes	Fonte	Assunto
Decreto n. 48.138, de 7 de outubro de 2003	Estado de São Paulo	Institui medidas de redução de consumo e racionalização do uso de água no âmbito do Estado de São Paulo.
Norma técnica (NT) Cetesb P4.002, de maio de 2010	Cetesb/Estado de São Paulo	Efluentes e lodos fluidos de indústrias cítricas – critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola. Tem o objetivo de estabelecer os critérios e procedimentos para armazenamento, transporte e aplicação, em solo agrícola, de efluentes líquidos e lodos fluidos gerados pela atividade de processamento de frutas cítricas no Estado de São Paulo, de forma a minimizar o risco de poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas.
Decreto n. 44.128, de 19 de novembro de 2003	Município de São Paulo – SP	Regulamenta a utilização, pela Prefeitura do Município de São Paulo, de água de reúso, não potável, a que se refere a Lei nº 13.309, de 31 de janeiro de 2002.
Lei n. 14.018, de 28 de junho de 2005	Município de São Paulo – SP	Institui o Programa Municipal de Conservação e Uso Racional da Água em Edificações e dá outras providências. Estabelece um prazo de 10 anos para a adequação dos imóveis às exigências da lei, trata da captação, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais e captação, armazenamento e aproveitamento de águas servidas.
Lei n. 13.276, de 5 de janeiro de 2002	Município de São Paulo – SP	Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes edificadas ou não, que tenham área impermeabilizadas superior a 500m².
Lei n. 16.174, de 22 de abril de 2015	Município de São Paulo – SP	Estabelece regramento e medidas para fomento ao reúso de água para aplicações não potáveis, oriundas do polimento do efluente final do tratamento de esgoto, de recuperação de água de chuva, da drenagem de recintos subterrâneos e de rebaixamento de lençol freático e revoga a Lei Municipal no 13.309/2002, no âmbito do Município de São Paulo e dá outras providências.

Quadro 4.7: Normativos legais e diretrizes no âmbito estadual e municipal sobre uso racional e reúso de água (*continua*)

Legislações e Diretrizes	Fonte	Assunto
Lei n. 12.526, de 2 de janeiro de 2007	Município de São Paulo – SP	Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais.
Resolução Conjunta n. 1, de 28 de junho de 2017	Secretaria de Estado da Saúde (SES), da Secretaria de Meio Ambiente (SMA) e da Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos (SSRH) – Estado de São Paulo	Disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário, e dá providências correlatas
Decreto n. 45.805, de 15 de maio de 2001	Estado de São Paulo	Institui o Programa Estadual de Uso Racional da Água Potável e dá providências correlatas.
Lei n. 6.511, de 9 de junho de 2009	Município de Guarulhos – SP	Institui o Programa Municipal de Uso Racional de Água Potável e dá outras providências.
Lei n. 12.474, de 16 de janeiro de 2006	Município de Campinas – SP	Cria o Programa Municipal de Conservação, Uso Racional e Reutilização de Água em Edificações e dá outras providências.
Decreto n. 19.086, de 15 de outubro de 2014	Município de São Bernardo do Campo – SP	Institui o programa de consumo racional, reaproveitamento e reúso de águas do município de São Bernardo do Campo
Lei n. 9.970, de 8 de março de 2012	Município de Sorocaba – SP	Dispõe sobre a criação do Programa de Conservação, Uso Racional e Reutilização de Água em Edificações.

Quadro 4.7: Normativos legais e diretrizes no âmbito estadual e municipal sobre uso racional e reúso de água (*continua*)

Legislações e Diretrizes	Fonte	Assunto
Decreto n. 99, de 1º de março de 2007	Estado de Santa Catarina	Todas as construções novas e reformas de prédios públicos, bem como todas as construções privadas beneficiadas por incentivos ou financiamentos de órgãos do Governo Estadual deverão instalar sistema para captação de águas das chuvas que forem coletadas através dos telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos.
Lei n. 8.080/2009	Município de Florianópolis/SC	Institui Programa Municipal de Conservação, Uso Racional e Reúso da Água em Edificações
Lei n. 10.785, de 18 de setembro de 2003	Município de Curitiba/PR	Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – Purae, que prevê a adoção de medidas que visam induzir a conservação da água através do uso racional, e de fontes alternativas de abastecimento de água nas novas edificações.
Lei n. 6.345, de 15 de outubro de 2003	Município de Maringá/PR	Institui o Programa de Reaproveitamento de Águas de Maringá, com a finalidade de diminuir a demanda de água no Município e aumentar a capacidade de atendimento da população.
Lei n. 6.339, de 15 de outubro de 2003	Município de Maringá/PR	Dispõe sobre a instalação de dispositivos hidráulicos para o controle e a redução do consumo de água em todos os empreendimentos imobiliários, públicos e privados, não residenciais e dá outras providências.
Lei n. 6.076, de 21 de janeiro de 2003	Município de Maringá/PR	Dispõe sobre o reúso de água não potável e dá outras providências.
Decreto n. 23.940, de 30 de janeiro de 2004	Município do Rio de Janeiro/RJ	Torna obrigatória, nos casos previstos, a adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para rede de drenagem, considerando as possibilidades de reaproveitamento de águas pluviais para usos não potáveis com lavagem de veículos e partes comuns, jardinagem e outras.

Quadro 4.7: Normativos legais e diretrizes no âmbito estadual e municipal sobre uso racional e reúso de água (*continua*)

Legislações e Diretrizes	Fonte	Assunto
Lei n. 4.393, de 16 de setembro de 2004	Estado do Rio de Janeiro	Dispõe sobre a obrigatoriedade das empresas projetistas e de construção civil imóveis a prover os imóveis residenciais e comerciais de dispositivo para captação de água de chuva e dá outras providências.
Lei n. 7.424, de 24 de agosto de 2016	Estado do Rio de Janeiro	Determina que o Estado, por meio dos órgãos integrantes da administração pública estadual direta, das autarquias, das fundações instituídas ou mantidas pelo Poder Público, das empresas cujo capital do Estado do Rio de Janeiro tenha participação, bem como pelas demais entidades por ele controladas direta ou indiretamente, fica obrigado a usar água de reúso.
Lei n. 2.630, de 7 de janeiro de 2009	Município de Niterói/RJ	Disciplina os procedimentos relativos ao armazenamento de águas pluviais para reaproveitamento e retardo da descarga na rede pública.
Lei n. 2.856, de 25 de julho de 2011	Município de Niterói/RJ	Estende as obrigações da Lei n. 2.630/2009, instituindo mecanismos de estímulos à instalação de sistema de coleta e reutilização das águas servidas em edificações públicas e privadas.
Lei n. 9.439, de 3 de maio de 2010	Estado do Espírito Santo	Dispõe sobre a obrigatoriedade dos postos de combustíveis, lava-jatos, transportadoras, empresas de ônibus e locadoras de veículos instalarem equipamentos de tratamento e reutilização da água usada na lavagem de veículos.
Lei n. 10.487, de 12 de janeiro de 2016	Estado do Espírito Santo	Dispõe sobre a prática do reúso de efluentes das Estações de Tratamento de Esgoto - ETEs para fins industriais.
Lei n. 6.259, de 23 de dezembro de 2004	Município de Vitória/ES	Dispõe sobre o reúso de água não potável e dá outras providências.

Quadro 4.7: Normativos legais e diretrizes no âmbito estadual e municipal sobre uso racional e reúso de água (*continua*)

Legislações e Diretrizes	Fonte	Assunto
Lei n. 16.033, de 20 de junho de 2016	Estado do Ceará	Dispõe sobre a política de reúso de água não potável no âmbito do estado do Ceará, estabelecendo critérios para o reúso de água não potável com o objetivo de viabilizar e estimular a sua ação.
Resolução n. 2, de 2 de fevereiro de 2017	Conselho Estadual de Meio Ambiente (Coema) – Estado do Ceará	Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras.
Lei n. 15.630, de 29 de outubro de 2015	Estado de Pernambuco	Torna obrigatória a instalação de sistema de captação de água de chuva para tratamento e reutilização da água empregada na lavagem de veículos pelos estabelecimentos comerciais que prestem este serviço.
Lei n. 16.758, de 17 de abril de 2002	Município de Recife/PE	Institui a obrigatoriedade da instalação de hidrômetros individuais nos edifícios.
Lei n. 2.616, de 26 de outubro de 2000	Distrito Federal/DF	Dispõe sobre a utilização de equipamentos que economizam água nas instalações hidráulicas e sanitárias dos edifícios públicos e privados destinados a uso não residencial no âmbito do Distrito Federal.
Lei n. 5.890, de 12 de junho de 2017	Distrito Federal/DF	Estabelece diretrizes para as políticas públicas de reúso da água no Distrito Federal.
Lei n. 1.085, de 20 de março de 2002	Município de Palmas/TO	Institui a Cartilha da Economia da Água e da Energia Elétrica na rede municipal de ensino.
Lei n. 1.192, de 31 de dezembro de 2007	Município de Manaus/AM	Cria o Programa de Tratamento e Uso Racional das Águas nas Edificações (Pro-águas).
Lei n. 1.349, de 7 de julho de 2009	Estado do Amapá	Autoriza o Poder Executivo a criar Programa Estadual de Conservação e Uso Racional de Água e Economia de Energia Elétrica em Edificações.

Quadro 4.7: Normativos legais e diretrizes no âmbito estadual e municipal sobre uso racional e reúso de água (*conclusão*)

Legislações e Diretrizes	Fonte	Assunto
Lei n. 17.128, de 18 de agosto de 2010	Estado de Goiás	Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de equipamento para tratamento e reutilização da água utilizada na lavagem de veículos, e de equipamento para reaproveitamento de água das chuvas.
Lei n. 9.511, de 15 de dezembro de 2014	Município de Goiânia/GO	Estabelece regras de Controle de Águas Pluviais e Drenagem Urbana e dá outras providências.
Lei n. 9.886, de 5 de setembro de 2016	Município de Goiânia/GO	Cria o Programa Municipal de Conscientização e Conservação para reúso da água proveniente de aparelhos de refrigeração ou aquecimento, nas edificações públicas e privadas, no âmbito do Município de Goiânia.
Lei n. 12.166, de 15 de setembro de 2011	Município de João Pessoa/PB	Cria o sistema de reúso de água de chuva para utilização não potável em mercados municipais, subprefeituras, condomínios, clubes, entidades, conjuntos habitacionais e demais imóveis residenciais, indústrias e comerciais dentro de João Pessoa e dá outras providências.
Lei n. 4.603, de 26 de agosto de 2013	Município de Caicó/RN	Recomenda critérios e padrões de qualidade para água de reúso a ser utilizada nas seguintes atividades: produção agrícola, fins urbanos, piscicultura e dá outras providências. Não foi possível obter cópia da lei.
Lei n. 3.739, de 8 de fevereiro de 2010	Município de Aracaju/SE	Institui o programa municipal de reaproveitamento dos subprodutos do tratamento de esgoto e reúso de água.
Lei n. 4.748, de 7 de março de 2005	Município de Cuiabá/MT	Dispõe sobre o reúso da água das estações de tratamento de esgoto.
Lei n. 10.506, de 5 de agosto de 2008	Município de Porto Alegre/RS	Institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas.

Observa-se, por meio do Quadro 4.7, que, em âmbito estadual e municipal, existem várias leis e resoluções que visam implementar a prática do uso racional e reúso de água e possuem pontos importantes, a saber:

- Regulamentação para instalação de hidrômetro para medição individualizada;
- Incentivo à utilização de equipamentos economizadores de água nas instalações hidráulicas e sanitárias, como bacias sanitárias de volume reduzido de descarga, chuveiros e lavatórios de volumes fixos de descarga, torneiras dotadas de arejadores, etc.;
- Indicação para utilização de equipamentos de proteção individual e coletiva e para identificação dos veículos de transporte, contêineres, tanques, equipamentos, etc.;
- Definição de alguns conceitos e nomenclaturas;
- Diretrizes para implantação de sistemas de reservação, detenção ou retenção; captação e tratamento;
- Indicação de modalidades em que podem ser utilizadas água de reúso, tais como: rega de jardins e hortas, lavagem de veículos, lavagem de vidros, calçadas e pisos, desobstrução/limpeza de galerias de águas pluviais, bueiros, bocas de lobo e piscinões, cura e água de mistura de concreto não estrutural, entre outros;
- Criação de políticas públicas e programas de conservação, uso racional e reutilização e reaproveitamento de água.

Especialmente sobre a Lei n. 10.785/2003 do município de Curitiba/PR, que cria Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações (Purae), que prevê a adoção de medidas que visam induzir a conservação da água mediante o uso racional e de fontes alternativas de abastecimento de água nas novas edificações, podendo citar os seguintes pontos importantes:

- Art 5º. “Nas ações de Conservação, Uso Racional e de Conservação da Água nas Edificações, serão utilizados aparelhos e dispositivos economizadores de água, tais como: (a) bacias sanitárias de volume reduzido de descarga; (b) chuveiros e lavatórios de volumes fixos de descarga; (c) torneiras dotadas de arejadores;
- Art 7º. “A água das chuvas será captada na cobertura das edificações e encaminhada a uma cisterna ou tanque, para ser utilizada em atividades

que não requeiram o uso de água tratada, proveniente da Rede Pública de Abastecimento, tais como: (a) rega de jardins e hortas, (b) lavagem de roupa; (c) lavagem de veículos; (d) lavagem de vidros, calçadas e pisos”;

- Art. 8º. “As Águas Servidas serão direcionadas, através de encanamento próprio, a reservatório destinado a abastecer as descargas dos vasos sanitários e, apenas após tal utilização, será descarregada na rede pública de esgotos”;
- Art. 9º. “O combate ao Desperdício Quantitativo de Água, compreende ações voltadas à conscientização da população através de campanhas educativas, abordagem do tema nas aulas ministradas nas escolas integrantes da Rede Pública Municipal e palestras, entre outras, versando sobre o uso abusivo da água, métodos de conservação e uso racional da mesma”.

Ainda sobre essa mesma legislação, em seu artigo 10º, determina-se que o não cumprimento das disposições da referida lei implica a negativa de concessão do alvará de construção, para as novas edificações, sendo uma forma de estimular/obrigar a população para o seu cumprimento.

Algumas outras leis, por exemplo, a Lei n. 16.033/2016 do estado do Ceará e a Lei n. 16.174/2015 do município de São Paulo, estabelecem diretrizes tendo em vista o licenciamento, as formas de controle e a fiscalização das atividades de água de reúso, tais como:

- Lei n. 16.174/2015 do município de São Paulo:
Art 5º. “O contrato firmado deverá ser devidamente comunicado aos órgãos licenciadores e à concessionária de saneamento Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) e constar no memorial de licenciamento, em caso de novos empreendimentos...”
Parágrafo único: “A saída para consumo deverá ser provida de hidrômetro atendendo aos padrões normativos, visando se quantificar o volume total a ser adotado para fins de tarifa de esgoto e para levantamentos estatísticos”.
- Lei n. 16.033/2016 do estado do Ceará:
Art. 7º. “A fiscalização das atividades de água de reúso deve ser regulamentada por decreto, versando a respeito dos aspectos de gestão,

de infraestrutura e de padrões de qualidade de água, dentre outros, prevendo multa para aquelas atividades que contrariarem o que está disposto em lei.

§ 1º A fiscalização da gestão e infraestrutura relativa ao reúso da água é de responsabilidade da Secretaria de Recursos Hídricos.

§ 2º A fiscalização da qualidade da água de reúso é de competência da Secretaria do Meio Ambiente e da Superintendência Estadual de Meio Ambiente.

Art. 9º. “A atividade de reúso de água não potável está condicionada à outorga, devendo todos os equipamentos ou sistemas ser hidrometrados, conforme disposto em decreto”. “Parágrafo único. Independe de outorga o reúso das águas pelo usuário, para o mesmo fim outorgado”.

As duas leis supramencionadas regulamentam expressamente o reúso de água, principalmente a legislação cearense. Esta última, em seu art. 11, institui, inclusive, o Selo Reúso para os usuários de água de reúso externo e interno, cujos critérios para sua obtenção e suspensão serão disciplinados por ato do Chefe do Poder Executivo; e no inciso 1º indica a Secretaria dos Recursos Hídricos para a emissão e fiscalização do Selo Reúso, que corrobora enormemente para a implementação da prática de reúso de água.

A Lei n. 2.856/2011 do município de Niterói/RJ, por sua vez, regulamenta que as novas edificações, públicas ou privadas, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m² deverão ser dotadas de reservatório de águas pluviais e obrigadas a incentivar o reúso de água através da reciclagem dos constituintes dos efluentes das águas cinzas servidas das edificações, com o objetivo de induzir a conservação do uso racional da água, para que a gestão dos recursos hídricos possa propiciar o uso múltiplo das águas.

Já a Lei n. 5.890/2017 do DF estabelece a destinação de água não potável em edificações para: (i) irrigação paisagística; (ii) uso ornamental, em espelhos d'água e chafarizes, entre outros; (iii) sistemas de combate a incêndios; (iv) descargas sanitárias; (v) lavagem de pisos, fachadas, veículos e roupas; (vi) resfriamento de equipamentos e de ar-condicionado central. Ela indica que as diretrizes, critérios e parâmetros de qualidade de água de reúso devem ser construídos e definidos pelo órgão regulador de água e saneamento. Por outro lado, já aponta que o sistema predial de água não potável deve ser identificado por meio de sinalização de segurança, instalado separadamente da

rede de água potável da concessionária local e com a previsão de mecanismos para evitar contaminação dos usuários e do sistema de água potável.

Ressalta-se que a Resolução conjunta SES/SMA/SSRH n. 1/2017, a Resolução Coema/CE³ n. 2/2017, a Lei n. 2.856/2011 do município de Niterói/RJ e a Norma Cetesb⁴ P4.002/2010 indicam, além das regulamentações e diretrizes mencionadas, alguns parâmetros e padrões para o emprego de água de reúso, que serão detalhados e discutidos a seguir (item 4.3).

4.3 DIRETRIZES, PARÂMETROS E PADRÕES RECOMENDADOS

Note-se que a adoção de padrões de qualidade da água de reúso deve levar em consideração aspectos socioambientais, econômicos e tecnológicos do País, além de outros fatores, tais como os sugeridos por MetCalf e Eddy (2007) e listados a seguir:

- Proteção da saúde pública (risco aceitável);
- Proteção ambiental;
- Acessibilidade (técnica e econômica);
- Fundamentação científica sólida;
- Boas práticas de engenharia;
- Experiência com reúso de águas residuárias tratadas;
- Pesquisas;
- Diretrizes e critérios desenvolvidos por terceiros.

Ademais, o principal propósito desses padrões é desenvolver metas realistas cuja implementação dependerá, em última instância, dos órgãos reguladores/fiscalizadores.

Para garantir a responsabilidade e assegurar a confiança do público quanto a esse recurso, os critérios ou diretrizes que estabelecem os parâmetros de tratamento e padrões no Brasil atualmente não são suficientes, dada, principalmente, a falta de um arcabouço legal em âmbito nacional.

É importante sublinhar que deve ser claramente estabelecida a responsabilidade pela produção da água de reúso, sua distribuição e utilização e a

³ Conselho Estadual do Meio Ambiente do Ceará.

⁴ Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

proteção da saúde pública e do meio ambiente, de maneira que o público e os usuários finais, tais como usuários agrícolas ou industriais, estejam confiantes de que essa será uma fonte de água confiável. O monitoramento e a fiscalização da qualidade da água também devem fazer parte da abordagem regulamentar. Tais pontos serão discutidos nos itens seguintes.

As finalidades para a água de reúso encontradas nas resoluções e normas nacionais elencadas estão descritas no Quadro 4.8 a seguir. É importante salientar que todas essas publicações compreendem o reúso não potável. Há também a publicação do Prosab que trata da utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura (Prosab, 2003).

Observe-se também que praticamente todas as resoluções e normas designam as mesmas finalidades indicadas pela USEPA (2012) e pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2006) – Quadro 4.2. Além disso, a norma da ABNT (*no prelo*) considera água de reúso advinda de: água pluvial, rebaixamento de lençol freático, água claras, cinzas e negras.

Quadro 4.8: Publicações e finalidades para água de reúso

Publicações	Fins para água de reúso
Resolução conjunta SES/SMA/SSRH n. 1/2017 do estado de São Paulo	Irrigação paisagística; Lavagem de logradouros e outros espaços públicos e privados; Construção civil; Desobstrução de galerias de água pluvial e rede de esgotos; Lavagem de veículos e Combate a incêndio.
Resolução Coema/CE n. 2/2017	<u>Urbanos</u> : utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações e combate de incêndio dentro da área urbana; <u>Agrícolas e florestais</u> : Aplicação de águas de reúso para a produção agrícola e cultivo de florestas plantadas; <u>Ambientais</u> : utilização de água de reúso para a implantação de projetos de recuperação do meio ambiente; <u>Industriais</u> : utilização de reúso em processos, atividades e operações industriais; <u>Aquicultura</u> : utilização de água de reúso para a criação de animais ou para o cultivo de vegetais aquáticos.
Norma ABNT (no prelo)	Descargas em bacias; Lavagem de logradouro e veículos; Irrigação de fins paisagísticos; Reserva de incêndio; Uso ornamental e Sistema de resfriamento de água.
NBR 15.527/2017	Descargas em bacias sanitárias; Irrigação de gramados e plantas ornamentais; Lavagem de veículos; Limpeza de calçadas e ruas; Limpeza de pátios; Espelhos d'água e Usos industriais.
NBR 13.969/1997	<u>Classe 1</u> : lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes; <u>Classe 2</u> : lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes; <u>Classe 3</u> : reúso nas descargas dos vasos sanitários; <u>Classe 4</u> : reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual
Lei n. 2.856/2011 do município de Niterói/RJ	Águas cinzas para lavagem de pátios, escadarias, jardinagem e descargas de vasos sanitários
Prosab (2003)	Agrícola e piscicultura
NT Cetesb P4.002/2010	Agrícola (frutas cítricas)

As Tabelas 4.1 e 4.2, a seguir, apresentam sinteticamente os parâmetros e padrões aplicados para reúso de água consoante à OMS e USEPA segundo as modalidades indicadas, respectivamente.

Tabela 4.1: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água para fins agrícolas de acordo com a OMS

Categoria irrigação	Opção ⁽¹⁾	Tratamento de esgotos e remoção de patógenos (log10) ⁽²⁾	Qualidade da água de reúso	
			E.coli por 100mL ⁽³⁾	Ovos de helmintos/L
Irrestrita	A	4	≤ 10 ³	≤ 1 (4) (5)
	B	3	≤ 10 ⁴	
	C	2	≤ 10 ⁵	
	D	4	≤ 10 ³	
	E	6 ou 7	≤ 10 ¹ ou 10 ⁰	
Restrita	F	4	≤ 10 ⁴	
	G	3	≤ 10 ⁵	
	H	< 1	≤ 10 ⁶	

⁽¹⁾ Combinação de medidas de proteção à saúde. (A): cultivo de raízes e tubérculos; (B): cultivo de folhosas; (C): irrigação localizada de plantas que se desenvolvem distantes do nível do solo; (D): irrigação localizada de plantas que se desenvolvem rentes ao nível do solo; (E): qualidade de efluentes alcançável com o emprego de técnicas de tratamento tais como tratamento secundário + coagulação + filtração + desinfecção; qualidade dos efluentes avaliada ainda com o emprego de indicadores complementares (por exemplo, turbidez, Sólidos em Suspensão Total (SST), cloro residual); (F): agricultura de baixo nível tecnológico e mão de obra intensiva; (G): agricultura de alto nível tecnológico e altamente mecanizada; (H): técnicas de tratamento com reduzida capacidade de remoção de patógenos (por exemplo, tanques sépticos ou reatores UASB) associadas ao emprego de técnicas de irrigação com elevado potencial de minimização da exposição (irrigação subsuperficial).

⁽²⁾ Remoção de vírus que associada a outras medidas de proteção à saúde corresponderia a uma carga de doenças virais tolerável ≤ 10⁻⁶ DALY *pppa* e riscos menores de infecções bacterianas e por protozoários.

⁽³⁾ Qualidade do efluente (média geométrica durante o período de irrigação) correspondente à remoção de patógenos indicada em (2).

⁽⁴⁾ No caso de exposição de crianças (< 15 anos) recomenda-se um padrão e, ou, medidas complementares mais exigentes: ≤ 0,1 ovo por L, utilização de equipamentos de proteção individual, tratamento quimioterápico. No caso da garantia da remoção adicional de 1 log10 na higiene dos alimentos pode-se admitir ≤ 10 ovos por L.

⁽⁵⁾ Média aritmética em pelo menos 90 % do tempo, durante o período de irrigação. A remoção requerida de ovos de helmintos (log10) depende a concentração presente no esgoto bruto com o emprego de lagoas de estabilização, o tempo de detenção hidráulica pode ser utilizado como indicador de remoção de helmintos. No caso da utilização de técnicas de tratamento mais complexas (opção E), o emprego de outros indicadores (por exemplo, turbidez ≤ 2 uT) pode dispensar a verificação do padrão ovos helmintos. No caso de irrigação localizada, em que não haja contato da água com as plantas e na ausência de riscos para os agricultores (por exemplo, opção H) o padrão ovos de helmintos poderia ser dispensável.

Fonte: adaptado de WHO (2006)

Tabela 4.2: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água segundo USEPA (2012)

Categoria de reúso e descrição	Tratamento	Qualidade da água de reúso
Reúso Urbano		
Irrestrita	Secundário + Filtração + Desinfecção	pH = 6,0 a 9,0
		DBO ≤ 10 mg/L
		Turbidez ≤ 2 NTU ⁽¹⁾
		Coliformes termotolerantes (CTer) = ND ⁽²⁾
		Cloro residual > 1 mg/L ⁽³⁾
Restrita	Secundário + Desinfecção	pH = 6,0 a 9,0
		DBO ≤ 30 mg/L
		Sólidos em Suspensão Total (SST) ≤ 30 mg/L
		CTer ≤ 200/100mL ⁽⁴⁾
		Cloro residual > 1 mg/L
Reúso Agrícola		
Culturas alimentícias não processadas comercialmente com irrigação superficial ou por aspersão de qualquer cultura, incluindo culturas a serem consumidas cruas	Secundário + Filtração + Desinfecção	pH = 6,0 a 9,0
		DBO ≤ 10 mg/L
		Turbidez ≤ 2 NTU ⁽¹⁾
		CTer = ND ⁽²⁾
		Cloro residual > 1 mg/L ⁽³⁾
Culturas alimentícias processadas comercialmente com irrigação superficial de pomares e vinhedos Silvicultura e irrigação de áreas com acesso restrito ao público ou Culturas não alimentícias Pastagens para rebanhos de leite ⁽⁵⁾ , forrageiras, cereais, fibras e grãos	Secundário + Desinfecção	pH = 6,0 a 9,0
		DBO ≤ 30 mg/L
		SST ≤ 30 mg/L
		CTer ≤ 200/100mL ⁽⁴⁾
		Cloro residual > 1 mg/L

⁽¹⁾ Turbidez pré-desinfecção, média diária; nenhuma amostra > 5 uT (ou 5 mg/L SST L-1).

⁽²⁾ CTer: coliformes termotolerantes; ND: não detectável; média móvel de sete dias; nenhuma amostra > 14 CTer por 100 mL.

⁽³⁾ Cloro residual total após tempo de contato mínimo de 30 minutos; residuais ou tempos de contato mais elevados podem ser necessários para a garantia de inativação de vírus e parasitas.

⁽⁴⁾ Média móvel de sete dias; nenhuma amostra > 800 CTer por 100 mL; lagoas de estabilização podem alcançar o critério de qualidade sem a necessidade de desinfecção.

⁽⁵⁾ O consumo das culturas irrigadas não deve ser permitido antes de 15 dias após a irrigação; desinfecção mais rigorosa (≤ 14 CTer por 100mL) se o período de 15 dias não for observado.

Fonte: adaptado de USEPA (2012)

Observa-se que os padrões da OMS para reúso na agricultura, de maneira geral, são menos exigentes em comparação aos adotados pela USEPA, pelo fato de serem incorporadas ferramentas de avaliação de risco em seu processo de formulação de diretrizes, tal como o risco associado ao contato da água de reúso com os operadores, agricultores, comunidades próximas e consumidores de produtos gerados a partir da água de reúso.

A gestão de risco é feita mediante a realização de uma análise de todo o ciclo de produção, desde a geração do resíduo (efluente) até o consumo do produto. O conhecimento desse sistema é então usado para identificar medidas de proteção à saúde que possam reduzir os riscos à saúde em diferentes pontos, a fim de chegar às metas consensuais baseadas na saúde.

Políticas públicas de saúde para intervenções devem assegurar que as medidas mais custo-efetivas sejam aplicadas em contextos específicos. Medidas de uma gama de categorias podem ser aplicadas em diferentes pontos durante o ciclo, e elas são normalmente usadas em combinação para alcançar os objetivos desejados. Seguem alguns pontos em que essas medidas de controle de risco devem ser avaliadas:

- Emprego de tratamento de águas residuárias para evitar a entrada de contaminantes no meio ambiente;
- Restrição de cultura/produção (ou seja, apenas culturas que não são consumidas diretamente pelas pessoas ou que são sempre processadas ou cozidas antes de serem consumidas) usada para minimizar os riscos à saúde dos consumidores do produto;
- Técnicas de aplicação da água de reúso (por exemplo, irrigação por gotejamento) e períodos de retenção para reduzir a contaminação dos produtos ou permitir tempo suficiente para a decomposição de patógenos no ambiente antes da colheita;
- Adoção de métodos de controle de exposição (por exemplo, equipamentos de proteção, boa higiene) para evitar que a contaminação ambiental atinja os grupos expostos;
- Produção, lavagem, enxágue, desinfecção e cozimento para reduzir as exposições para os consumidores do produto;

- Controle vetorial para reduzir a exposição dos trabalhadores e das comunidades locais;
- A quimioterapia e a imunização podem prevenir a doença naqueles que estão expostos ou tratar aqueles que estão doentes e, assim, reduzir as entradas futuras de patógenos nas águas residuárias.

Dito isso, o risco tolerável de uma infecção constitui um “parâmetro de projeto” para a estimativa da qualidade da água de reúso para os padrões da OMS e, conseqüentemente, do grau de tratamento do efluente.

Ademais, ainda de acordo com as diretrizes da OMS, é possível obter qualidade da água de reúso satisfatória por meio de técnicas adequadas de tratamento de efluente, combinadas ou complementadas com a remoção adicional por decaimento natural no ambiente ou com medidas outras de proteção à saúde, tais como: técnicas de irrigação que minimizem o contato efluente-planta ou a exposição humana, uso de equipamentos de proteção individual e higiene dos alimentos.

Os custos estimados para obtenção dos dois cenários de tratamento de águas residuárias (seguindo parâmetros da OMS e USEPA) mostraram que para seguir os padrões norte-americanos seria requerido um valor extra na ordem de US\$ 3-30 milhões por caso. Esse custo adicional é significativo e se deve à tecnologia envolvida no tratamento, nos moldes rigorosos desses padrões, que são bastante dispendiosos (Hussain *et. al.*, 2002).

No contexto dos países em desenvolvimento, questiona-se se esse tratamento adicional é justificável, especialmente se o risco de contrair doenças for negligenciado, ou se métodos alternativos podem ser utilizados para salvaguardar a saúde das comunidades expostas. Em contrapartida, os parâmetros da OMS podem ser alcançados a menores custos e eficiência, com sistemas de tratamento simplificados que podem atingir altos padrões microbiológicos, especialmente (Hussain *et. al.*, 2002; Bastos *et. al.*, 2008)

Nessa perspectiva, usualmente, observa-se que os países em desenvolvimento tendem a adotar o “padrão OMS” (mais flexível), às vezes, pragmaticamente, enfatizando a restrição de cultivos em vez do estabelecimento de padrões explícitos de qualidade microbiológica. Todavia, a fácil violação das recomendações tem sido apontada como uma fragilidade desse tipo de abordagem.

Por outro lado, países industrializados ou com maior disponibilidade de recursos financeiros tendem a seguir o “padrão USEPA”, por vezes tornando-o ainda mais exigente, por exemplo, com a adoção de restrição de cultivos aliada a padrões microbiológicos rigorosos. Em algumas normas, o cultivo de hortaliças é expressamente proibido. As notórias exceções a essa tendência são Espanha e Portugal, cujas normas são nitidamente baseadas nas diretrizes da OMS (BLUMENTHAL *et al.*, 2000; MARECOS DO MONTE, 2007).

Os itens nas seções seguintes apresentam, para cada modalidade de reúso de água, as definições distintas utilizadas nas referências avaliadas e os critérios de tratamento e qualidade de água de reúso indicados.

4.3.1 Modalidade de uso agrícola

As Tabelas 4.3 a 4.12 apresentam o resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na modalidade de uso agrícola conforme as normas e resoluções da Austrália, região do Mediterrâneo, Califórnia (EUA), Japão, China, Portugal, Espanha, International Organization for Standardization (ISO) 16.075/2015, Chile e Prosab (2003), respectivamente.

Tabela 4.3: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Austrália – modalidade de uso agrícola

Nível de Risco de Exposição (nível de contato humano)	Potenciais Usos finais	Parâmetros							
		E.coli	DBO	Turbidez	SST	pH	Desinfecção*	Clostridia	Virus (Colifagos)
Extra Baixo	- Irrigação subsuperficial (culturas não alimentares) - Silvicultura	-	-	-	-	-	-	-	-
Baixo	- Irrigação de subsuperficial - Irrigação urbana com acesso restrito e aplicações aprimoradas - Irrigação agrícola; culturas não comestíveis	< 1.000	< 20	-	< 30	6.5 – 8.5	Cl: 0,2 – 2,0 (se usado)	-	-
Alto	- Irrigação agrícola - alimentos não processados (Ex.: hortaliças) - Irrigação urbana com acesso irrestrito e aplicação	< 1	< 10	< 2 (95%) < 5 NTU (máximo)	< 10	6.5 – 8.5	Cl: 0,2 – 2,0 UV dose: 40 – 70ml/cm2	< 1	< 1

* Podem ser utilizadas outras formas de desinfecção como UVT (ultraviolet light transmissivity), ozônio, etc.

Tabela 4.4: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na região do Mediterrâneo – modalidade de uso agrícola

Parâmetros	Irrigação irrestrita	Irrigação agrícola restrita	irrigação por gotejamento ou subsuperficial
SST	≤ 20; ≤ 150*	≤ 35; ≤ 150*	Conforme exigido pela tecnologia de irrigação
Coliforme fecal	≤ 1.000	≤ 100.000	-
Ovos de helmintos	≤ 0,1	≤ 1	-
Tratamento recomendado	secundário + filtração + desinfecção ou secundário + armazenamento/lagoas de maturação/infiltração	secundário + armazenamento por alguns dias ou sistema de lagoa de maturação	No mínimo tratamento primário

* Quando tratado com lagoas de estabilização

Tabela 4.5: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Califórnia – modalidade de uso agrícola

Potenciais Usos finais	Parâmetros	
	Coliformes totais	Tratamento requerido
Irrigação de forragens, fibras e culturas de sementes, pomares e vinícolas, culturas alimentares processadas, árvores não alimentares, viveiros ornamentais e explorações agrícolas	Não requerido	Secundário
Irrigação de pastagens para animais de ordenha, áreas de paisagem, viveiros ornamentais e fazendas onde o acesso público não é restrito	≤ 23 $\leq 240^*$	Secundário + desinfecção
Irrigação de culturas alimentares	$\leq 2,2$ $\leq 23^*$	Secundário + desinfecção
Irrigação de culturas alimentares e áreas de paisagem de acesso aberto	$\leq 2,2$ $\leq 23^*$ 240 (máximo)	Secundário + coagulação + filtração + desinfecção

Tabela 4.6: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água no Japão – modalidade de uso agrícola

Parâmetros	Potenciais Usos
	Irrigação por aspersão
E.coli	Não detectável
DBO _{5,20}	-
Cloro residual	≥ 0,4 mg/L
Turbidez	≤ 2 *
Cor aparente	-
Odor	Não desagradável
pH	5,8 – 8,6
Tratamento recomendado	Filtração de areia ou equivalente

* Valor alvo de controle

Tabela 4.7: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na China – modalidade de uso agrícola

Agrícola (norma GB 20922/2007)				
Parâmetros	Culturas de fibra	Culturas oleaginosas	Campos inundáveis (Ex.: arrozal)	Hortaliças, legumes e verduras
Coliformes fecais	≤ 40.000			≤ 20.000
DBO _{5,20}	≤ 100	≤ 80	≤ 60	≤ 40
DQO	≤ 200	≤ 180	≤ 150	≤ 100
Turbidez	-	-	-	-
Cor aparente	-	-	-	-
pH	5,5 – 8,5			
Ovos de helmintos	≤ 2			
Carbono Orgânico Total (COT)	-	-	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	Terrenos não salino-alcálinos ≤ 1.000 Áreas salino-alcálinas ≤ 2.000			≤ 1.000
SST	≤ 100	≤ 90	≤ 80	≤ 60
Fósforo total	-	-	-	-
Odor	-	-	-	-
OD	-	-	$\geq 0,5$	$\geq 0,5$
Amônia	-	-	-	-
Manganês	-	-	-	-
Ferro	-	-	-	-
Sulfonato de alquilbenzeno linear	≤ 8		≤ 5	
Cloro residual total	$\geq 1,5$		$\geq 1,0$	

Tabela 4.8: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água em Portugal – modalidade de uso agrícola

Classes	Tipo de cultura	Coliforme fecal	Ovos de helmintos	Tratamento Adequado	Observações
A	Vegetais e legumes para serem comidos crus	≤ 100	≤ 1	Secundário + filtração + desinfecção ou Terciário + filtração + desinfecção	Desinfecção UV (lâmpadas autolimpantes) ou Ozônio, preferível à cloração.
B	Usos urbanos ou recreacional	-	-	-	-
C	Vegetais e legumes a serem cozidos, culturas forrageiras, vinícolas, pomares	≤ 1.000	≤ 1	Secundário + filtração + desinfecção ou Terciário + filtração + desinfecção ou Sistema de lagoas de estabilização (≥ 3 lagoas e TDH ≥ 25 dias)	Desinfecção UV (lâmpadas autolimpantes) ou Ozônio, preferível à cloração. A irrigação de vinícolas e pomares deve evitar o contato com frutas. Frutas caídas no solo não devem ser coletadas.
D	Cereais (exceto arroz), Vegetais e legumes destinados a processos industriais, culturas para a indústria têxtil, culturas para extração de óleos	≤ 10.000	≤ 1	Secundário + filtração + desinfecção ou Secundário + lagoas de maturação (TDH ≥ 10 dias)	Desinfecção UV (lâmpadas autolimpantes) ou Ozônio, preferível à cloração. A irrigação deve evitar contato com pessoas

Tabela 4.9: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Espanha – modalidade de uso agrícola

Uso pretendido da água	Parâmetros				
	Nematódeos intestinais	E.coli	SST	Turbidez	Outros critérios
2. Agrícola					
<p>Qualidade 2.1.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Irrigação de culturas utilizando sistema pelo qual a água de reúso entra em contato direto com partes comestíveis das culturas a serem consumidas cruas. 	≤ 1 ovo/10L	≤ 100	≤ 20	≤ 10	<p>No caso de substâncias perigosas ou outros contaminantes específicos, o emprego de água de reúso deve estar em conformidade com os padrões de qualidade ambiental.</p> <p><i>Legionella spp.</i> 100 CFU/L (se houver risco de formação de aerossóis).</p> <p>É obrigatório realizar testes de detecção para presença-ausência de patógenos (Salmonella, etc.) dependendo dos resultados específicos obtidos.</p>
<p>Qualidade 2.2.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Irrigação de culturas para consumo humano, utilizando métodos de aplicação que não impeçam o contato direto da água de reúso com as partes comestíveis das plantas, que não são consumidas cruas mas após um processamento industrial. - Irrigação de pastagens para animais produtores de leite ou carne. - Aquicultura. 	≤ 1 ovo/10L	≤ 1.000	≤ 35	-	<p>No caso de substâncias perigosas ou outros contaminantes específicos, o emprego de água de reúso deve estar em conformidade com os padrões de qualidade ambiental.</p> <p><i>Taenia saginata</i> e <i>Taenia solium</i>: 1 ovo/L (quando irrigam terras de pasto para animais leiteiros ou produtores de carne)</p> <p>É obrigatório realizar testes de detecção para presença-ausência de patógenos (Salmonella, etc.) dependendo dos resultados específicos obtidos.</p>
<p>Qualidade 2.3.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Irrigação localizada de culturas arbóreas onde a água de reúso não entra em contato com frutas para consumo humano. - Irrigação de flores ornamentais, viveiros e estufas onde a água de reúso não entra em contato com as culturas. - Irrigação de culturas industriais não alimentares, viveiros, silos forrageiros, cereais e oleaginosas. 	≤ 1 ovo/10L	≤ 10.000	≤ 35	-	<p>No caso de substâncias perigosas ou outros contaminantes específicos, o emprego de água de reúso deve estar em conformidade com os padrões de qualidade ambiental.</p> <p><i>Legionella spp.</i> 100 CFU/L</p>

Tabela 4.10: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água segundo ISO 16.075/2015 – modalidade de uso agrícola

Classes	Tipo de água de reúso	Parâmetros										Usos potenciais sem barreiras	Tratamento correspondente em potencial
		DBO		SST		Turbidez		Coliformes Termotolerantes		Nematódeos intestinais			
		Média	Máx.	Média	Máx.	Média	Máx.	Média	Máx.	Média	Máx.		
A	Água residuária tratada de altíssima qualidade	≤ 5	10	≤ 5	10	≤ 2	5	≤ 10	100	-	-	Irrigação urbana irrestrita e irrigação agrícola de cultivos alimentares consumidos crus	Secundário + filtração por contato ou filtração por membranas + desinfecção
B	Água residuária tratada de alta qualidade	≤ 10	20	≤ 10	25	-	-	≤ 200	1.000	-	-	Irrigação urbana restrita e irrigação agrícola de culturas alimentares processadas	Secundário + filtração + desinfecção
C	Água residuária tratada de boa qualidade	≤ 20	35	≤ 30	50	-	-	≤ 1.000	10.000	≤ 1	-	Irrigação agrícola de culturas não alimentares	Secundário + desinfecção
D	Água residuária tratada de média qualidade	≤ 60	100	≤ 90	140	-	-	-	-	≤ 1	5	Irrigação restrita de culturas industriais e semeadas	Secundário ou Sedimentação de alta taxa com coagulação, floculação
E	Água residuária tratada extensivamente	≤ 20	35	-	-	-	-	-	-	≤ 1	5	Irrigação restrita de culturas industriais e semeadas	Wetlands ou Sistema de lagoas de estabilização

Tabela 4.11: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de águas cinzas no Chile – modalidade de uso agrícola

Parâmetros	Irrigação de áreas recreativas e de serviços de irrigação ⁽¹⁾		Irrigação ornamental ⁽²⁾
	Irrigação superficial	Irrigação subsuperficial	
SST	≤ 30	≤ 140	≤ 70
Coliforme fecal	≤ 200	≤ 1.000	≤ 1.000
DBO	≤ 30	≤ 240	≤ 70
Turbidez	≤ 10	-	≤ 30
Cloro residual livre	0,5 – 2,0	-	-

⁽¹⁾ Esta modalidade inclui a irrigação de áreas verdes com livre acesso ao público, como parques, áreas verdes de estabelecimentos de ensino, cemitérios, campos de esportes, entre outros.

⁽²⁾ Esta modalidade inclui a irrigação de áreas verdes e jardins ornamentais exclusivamente para fins estéticos e de decoração, sem acesso ao público.

Tabela 4.12: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de esgotos sanitários ⁽¹⁾ segundo Prosab (2003) – modalidade de uso agrícola

Categoria de reúso e descrição	Qualidade da água de reúso	Observações
Irrigação Irrestrita ⁽²⁾	CTer \leq 1.000/100mL ⁽⁴⁾	$\leq 1 \times 10.000$ CTer / 100mL no caso de irrigação por gotejamento de culturas que se desenvolvem distantes do nível do solo ou técnicas hidropônicas em que o contato com a parte comestível da planta seja minimizado
	Ovos helmintos < 1 ovo/L ⁽⁵⁾	
Irrigação Restrita ⁽³⁾	CTer \leq 10.000/100mL ⁽⁴⁾	$\leq 1 \times 100.000$ CTer / 100mL no caso da existência de barreiras adicionais de proteção ao trabalhador ⁽⁶⁾ É facultado o uso de efluentes (primários e secundários) de técnicas de tratamento com reduzida capacidade de remoção de patógenos, desde que associado à irrigação subsuperficial ⁽⁷⁾
	Ovos helmintos < 1 ovo/L ⁽⁵⁾	

⁽¹⁾ O padrão de qualidade de efluentes expresso apenas em termos de coliformes termotolerantes e ovos de helmintos aplica-se ao emprego de sistemas de tratamento por lagoas e por disposição no solo. Admite-se que nesses sistemas a remoção de (oo)cistos de protozoários é indicada pela remoção de ovos de helmintos. No caso de filtração terciária, a turbidez deve ser utilizada como parâmetro indicador da remoção de protozoários. Para a irrigação irrestrita, recomenda-se um padrão de turbidez ≤ 5 uT. Além disso, em sistemas que incluam a desinfecção, deve-se recorrer aos parâmetros de controle da desinfecção (residual desinfetante e tempo de contato) necessários ao alcance do padrão estipulado para coliformes termotolerantes e para a remoção efetiva de vírus.

⁽²⁾ Irrigação superficial ou por aspersão de qualquer cultura, ou cultivo hidropônico, inclusive culturas alimentícias consumidas cruas.

⁽³⁾ Irrigação superficial ou por aspersão ou cultivo hidropônico de qualquer cultura não ingerida crua, inclui culturas alimentícias e não alimentícias, forrageiras, pastagens e árvores.

⁽⁴⁾ Coliformes termotolerantes: média geométrica durante o período de irrigação, alternativa e preferencialmente pode-se determinar E.coli.

⁽⁵⁾ Nematoides intestinais humanos: média aritmética durante o período de irrigação.

⁽⁶⁾ Barreiras adicionais de proteção encontradas em agricultura de elevado nível tecnológico, incluindo o emprego de irrigação localizada e equipamentos de proteção individual. Exclui-se desta nota a irrigação de pastagens e forrageiras destinadas à alimentação animal.

⁽⁷⁾ Neste caso não se aplicam os limites estipulados de coliformes e ovos de helmintos, sendo a qualidade do efluente uma consequência das técnicas de tratamento empregadas.

Fonte: Prosab (2003).

Percebe-se que as resoluções/diretrizes referentes a Califórnia (EUA), Austrália, Espanha e ISO relacionam a forma de irrigação ou cultura a ser irrigada com os usos, ou seja, considera-se o conceito risco tolerável, analogamente à diretriz da OMS.

Por outro lado, as resoluções/diretrizes concernentes a China e Japão regulam a presença de cloro residual, igualmente ao que ocorre com a diretriz da USEPA. Tal ato leva a crer que somente poderá ser alcançado o valor de um determinado parâmetro com adição de cloro – o que não é verídico, visto que, por exemplo, pode-se obter água de reúso com excelente qualidade em relação aos organismos patogênicos com a utilização de lagoas de estabilização/maturação.

Em relação ao tipo de tratamento recomendado, as diretrizes de Portugal, região do Mediterrâneo, Japão, Califórnia e da ISO determinam o processo de tratamento a ser adotado. Isto é, a qualidade da água de reúso só deverá ser conquistada caso a água residuária seja tratada por um determinado tipo de

processo de tratamento, o que pode ser um ponto impeditivo para regiões carentes ou isoladas.

Ainda nesse contexto, ao avaliar as diretrizes de Portugal, região do Mediterrâneo, ISO e Austrália, nota-se a indicação de tipos não tão convencionais de desinfecção, como por meio de lagoas de estabilização, *wetlands*, ozônio ou radiação ultravioleta (UV). Tal fato pode levar ao raciocínio de que para atender os limites de organismos patogênicos não importa qual o processo de desinfecção utilizado e, atendidos esses padrões, não há necessidade da presença de cloro residual.

Quanto aos padrões propriamente, constata-se que as resoluções/diretrizes de Japão, Califórnia (EUA) e Austrália tendem a seguir os valores da USEPA, mais restritivos. Em contrapartida, os padrões das resoluções/diretrizes de Portugal, Espanha, região do Mediterrâneo, da ISO e do Prosab (2003) aproximam-se dos valores da OMS, que são mais moderados, conforme anteriormente mencionado.

Por fim, ao analisar os padrões da China, repara-se que são ainda mais lenientes que os recomendados para OMS.

4.3.2 Modalidade de uso industrial

É relevante observar que nem todos os países e instituições tratam do reúso de água na modalidade industrial, em razão da dificuldade de padronizar os parâmetros e padrões para os diversos tipos de indústrias e processos industriais existentes. Corroborando essa afirmação, pode-se destacar o que foi discutido e indicado no Produto I deste projeto, “Consolidação de Material da CTCT/CNRH sobre Uso Racional e Reúso de Água”, que não há como estabelecer/regulamentar padrões de qualidade para a água de reúso no contexto industrial, devendo ser autorregulamentado por cada indústria.

Nas Tabelas 4.13 a 4.16 é apresentado o resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na modalidade de uso industrial de acordo com as normas e resoluções da Califórnia (EUA), Espanha, China e Austrália, consecutivamente.

Tabela 4.13: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Califórnia (EUA) – modalidade de uso industrial

Potenciais Usos finais	Parâmetros	
	Coliformes totais	Tratamento requerido
Água de resfriamento industrial ou comercial onde não há dispersão de água; alimentação industrial de caldeiras	≤ 23 $\leq 240^*$	Secundário + desinfecção
Água de resfriamento industrial ou comercial em que há dispersão de água.	$\leq 2,2$ $\leq 23^*$ 240 (máximo)	Secundário + coagulação + filtração + desinfecção

Tabela 4.14: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Espanha – modalidade de uso industrial

Uso pretendido da água	Parâmetros				
	Nematódeos intestinais	E.coli	SST	Turbidez	Outros critérios

3. Industrial

Qualidade 3.1.: - Processo e limpeza de água, exceto para uso na indústria alimentícia. - Outros usos industriais.	Nenhum limite definido	≤ 10.000	≤ 35	≤ 15	- No caso de substâncias perigosas ou outros contaminantes específicos, o emprego de água de reúso deve estar em conformidade com os padrões de qualidade ambiental.
Qualidade 3.1.: Processo e limpeza de água para uso na indústria alimentícia.	≤ 1 ovo/10L	≤ 1.000	≤ 35	Nenhum limite definido	- <i>Legionella spp.</i> 100 CFU/L
Qualidade 3.2.: - Torres de resfriamento e condensadores	≤ 1 ovo/10L	Ausente	≤ 5	≤ 1	- <i>Legionella spp.</i> Ausente CFU/L A autorização está sujeita a: - Aprovação pelas autoridades de saúde pública do programa de controle específico de uma instalação, sobre os critérios higiênicos e de saúde para a prevenção e controle da doença. - Uso apenas para fins industriais e em instalações que não estejam localizadas em áreas urbanas ou perto de edifícios públicos ou comerciais.

Tabela 4.15: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na China – modalidade de uso industrial

Parâmetros	Industrial (norma GB/T 19923-2005)				
	Torre de resfriamento		Água de lavagem	Água de alimentação da caldeira	Água de processo e produto
	Água de arrefecimento DC	Sistema de água de arrefecimento de ciclo aberto			
Coliformes fecais	≤ 2.000	≤ 2.000	≤ 2.000	≤ 2.000	≤ 2.000
DBO _{5,20}	≤ 30	≤ 10	≤ 30	≤ 10	≤ 10
DQO	-	≤ 60	-	≤ 60	≤ 60
Turbidez	-	≤ 5	-	≤ 5	≤ 5
Cor aparente	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30
pH	6,5 – 9,0	6,5 – 8,5	6,5 – 9,0	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
Íon cloreto	≤ 250	≤ 250	≤ 250	≤ 250	≤ 250
Dióxido de silício	≤ 50	≤ 50	-	≤ 30	≤ 30
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	≤ 1.000	≤ 1.000	≤ 1.000	≤ 1.000	≤ 1.000
SST	≤ 30	-	≤ 30	-	-
Fósforo total	-	≤ 1,0	-	≤ 1,0	≤ 1,0
Sulfato	≤ 600	≤ 250	≤ 250	≤ 250	≤ 250
Dureza total	≤ 450	≤ 450	≤ 450	≤ 450	≤ 450
Amônia	-	≤ 10	-	≤ 10	≤ 10
Manganês	-	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
Ferro	-	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3
Óleos	-	≤ 1,0	-	≤ 1,0	≤ 1,0
Sulfonato de alquilbenzeno linear	-	≤ 0,5	-	≤ 0,5	≤ 0,5
Cloro residual total	≥ 0,05	≥ 0,05	≥ 0,05	≥ 0,05	≥ 0,05

Tabela 4.16: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Austrália – modalidade de uso industrial

Nível de Risco de Exposição (nível de contato humano)	Potenciais Usos finais	Parâmetros							
		E.coli	DBO	Turbidez	SST	pH	Desinfecção*	Clostridia	Virus (Colifagos)
Médio	- Uso industrial com potencial exposição humana	< 10	< 20	< 5 (95%)	< 30	6,5 – 8,5	Cl: 0,2 – 2,0 UV dose: 40 – 70ml/cm²	-	-

* Podem ser utilizadas outras formas de desinfecção como UVT (*ultraviolet light transmissivity*), ozônio, etc.

Ao analisar as tabelas, pode-se perceber que as resoluções/diretrizes da Califórnia (EUA), Espanha, China e Austrália apontam padrões a serem seguidos para alguns processos industriais específicos, principalmente para uso em torres de resfriamento industrial ou comercial. Nesses lugares há elevada discrepância dos valores recomendados, mas os padrões da Califórnia (EUA) e Austrália são mais limitantes que os da Espanha, que por sua vez são mais restritivos que os da China. Verifica-se também que a resolução da China é a única que recomenda diretrizes para diversos processos industriais, indicando haver certa uniformização dos padrões para alguns processos industriais particulares.

4.3.3 Modalidade de uso doméstico

A modalidade de uso doméstico compreende os diferentes usos no contexto urbano. Ou seja, segundo a Resolução CNRH n. 54/2005, reúso para fins urbanos é: utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana.

As Tabelas 4.17 a 4.26 apresentam o resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na modalidade de uso doméstico (considerando seus diversos fins) segundo as normas e resoluções da região do Mediterrâneo, Austrália, Califórnia (EUA), Japão, China, Israel, Espanha, Portugal e também segundo a ISO 16.075/2015 e o Chile, nessa ordem.

Tabela 4.17: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na região do Mediterrâneo – modalidade de uso doméstico

Parâmetros	Uso urbano e residencial
SST	≤ 10
Coliforme fecal	≤ 200
Ovos de helmintos	$\leq 0,1$
Tratamento recomendado	secundário + filtração + desinfecção

Tabela 4.18: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Austrália – modalidade de uso doméstico

Nível de Risco de Exposição (nível de contato humano)	Potenciais usos finais	Parâmetros							
		E.coli	DBO	Turbidez	SST	pH	Desinfecção*	Clostridia	Virus (Colifagos)
Médio	- Irrigação urbana com algum acesso restrito e aplicação						Cl: 0,2 – 2,0		
	- Combate a incêndio								
	- Paisagismo	< 10	< 20	< 5 (95%)	< 30	6,5 – 8,5	UV dose: 40 – 70ml/cm²	-	-
	- Controle de poeira								
Alto	- Habitações com várias unidades, uso interno e irrigação de superfície externa			< 2 (95%)			Cl: 0,2 – 2,0		
	- Irrigação urbana com acesso irrestrito e aplicação	< 1	< 10	< 5 NTU (máximo)	< 10	6,5 – 8,5	UV dose: 40 – 70ml/cm²	< 1	< 1
	- Uso comum – descargas sanitárias e máquinas de lavar roupa indicadas a frio								

* Podem ser utilizadas outras formas de desinfecção como UVT (*ultraviolet light transmissivity*), ozônio, etc.

Tabela 4.19: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Califórnia (EUA) – modalidade de uso doméstico

Potenciais usos finais	Parâmetros	
	Coliformes totais	Tratamento requerido
Lançamento de esgotos sanitários	Não requerido	Secundário
Represamentos paisagísticos; combate a incêndio não estrutural; compactação do solo; controle de poeira; limpeza de estradas, calçadas e áreas externas	≤ 23 $\leq 240^*$	Secundário + desinfecção
Represas recreativas restritas; viveiros de peixes	$\leq 2,2$ $\leq 23^*$	Secundário + desinfecção
Áreas de paisagem de acesso aberto; bacia sanitária e descarga do mictório; fontes decorativas; lavanderias comerciais e lavagens de carros; limpeza de neve; combate a incêndio estrutural	$\leq 2,2$ $\leq 23^*$ 240 (máximo)	Secundário + coagulação + filtração + desinfecção
Barragens recreativas não restritas	$\leq 2,2$ $\leq 23^*$ 240 (máximo)	Secundário + coagulação + clarificação + filtração + desinfecção

* Valor alvo de controle

Tabela 4.20: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água no Japão – modalidade de uso doméstico

Parâmetros	Potenciais Usos			
	Bacia sanitária	Paisagismo urbano	Recreacional	
			Sem contato direto	Com possibilidade de contato direto
E.coli	≤ 10	≤ 1.000	≤ 1.000	≤ 50
DBO _{5,20}	-	-	≤ 10	≤ 3
Cloro residual	Detectado	-	-	-
Turbidez		≤ 2 *	≤ 10	≤ 5
Cor aparente	-	≤ 40	≤ 40	≤ 10
Odor		Não desagradável		
pH		5,8 – 8,6		
Tratamento recomendado	Filtração de areia ou equivalente		Precipitação química + Filtração de areia ou equivalente	

Tabela 4.21: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na China – modalidade de uso doméstico (*continua*)

Parâmetros	Urbano (norma GB/T 18920/2002)					Paisagismo (norma GB/T 18921-2002)					
	Bacia sanitária	Limpeza urbana e combate a incêndio	Paisagismo urbano	Lavagem de veículos	Construção civil	Ornamental			Recreacional		
						Rio	Lago	Parque aquático (waterscape)	Rio	Lago	Parque aquático (waterscape)
Coliformes totais	≤ 3					-	-	-	-	-	-
Coliformes fecais	-	-	-	-	-	≤ 10.000		≤ 2.000	≤ 500		ND
DBO _{5,20}	≤ 10	≤ 15	≤ 20	≤ 10	≤ 15	≤ 10	≤ 6		≤ 6		
DQO	-	-	-	-	-	-	-		-		
Turbidez	≤ 5	≤ 10	≤ 10	≤ 5	≤ 20	-	-	-	≤ 5		
Cor aparente	≤ 30					≤ 30					
pH	6 - 9					6 - 9					
Ovos de helmintos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbono Orgânico Total (COT)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	≤ 1500	≤ 1500	≤ 1000	≤ 1000	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 4.21: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na China – modalidade de uso doméstico (*conclusão*)

Parâmetros	Urbano (norma GB/T 18920/2002)					Paisagismo (norma GB/T 18921-2002)					
	Bacia sanitária	Limpeza urbana e combate a incêndio	Paisagismo urbano	Lavagem de veículos	Construção civil	Ornamental			Recreacional		
						Rio	Lago	Parque aquático (waterscape)	Rio	Lago	Parque aquático (waterscape)
SST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo total	-	-	-	-	-	≤ 1,0	≤ 0,5		≤ 1,0	≤ 0,5	
Odor	Sem odor					Sem odor					
OD	≥ 1					≥ 1,5			≥ 2		
Amônia	≤ 10	≤ 10	≤ 20	≤ 10	≤ 20	≤ 5					
Manganês	≤ 0,1	-	-	≤ 0,3	-	-	-	-	-	-	-
Ferro	≤ 0,3	-	-	≤ 0,3	-	-	-	-	-	-	-
Sulfonato de alquilbenzeno linear	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 0,5	≤ 1,0	≤ 0,5					
Cloro residual total	Depois 30min de contato ≥ 1,0 - Final da rede de distribuição ≥ 0,2					≥ 0,05					

Tabela 4.22: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água em Israel – modalidade de uso doméstico

Parâmetros	Potenciais usos	
	Parques e gramados	Cinturões verdes, campos de futebol e campos de golfe, etc.
SST	≤ 15	≤ 30
DBO	≤ 15	≤ 35
DBO _{Solúvel}	≤ 10	≤ 20
Coliforme fecal	≤ 10	≤ 250
OD	≥ 0,5	
pH	6,5 – 8,5	
Cloro residual total	≥ 0,5	≥ 0,15
Filtração de areia ou equivalente	Requerido	-
Cloração (tempo mínimo de contato – minutos)	120	60
Recuo de áreas residenciais (m)	-	-
Recuo da estrada pavimentada (m)		

* Padrões diferentes serão estabelecidos para lagoas de estabilização com tempo de retenção de pelo menos 15 dias.

Tabela 4.23: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Espanha – modalidade de uso doméstico (*continua*)

Uso pretendido da água	Parâmetros				
	Nematódeos intestinais	E.coli	SST	Turbidez	Outros critérios
1. Urbano					
Qualidade 1.1. Residencial: - Irrigação de jardins privados - Fornecimento para sanitários	≤ 1 ovo/10L	Não detectável	≤ 10	≤ 2	No caso de substâncias perigosas ou outros contaminantes específicos, o emprego de água de reúso deve estar em conformidade com os padrões de qualidade ambiental. <i>Legionella spp.</i> 100 CFU/L (se houver risco de formação de aerossóis).
Qualidade 1.2. Serviços: - Irrigação de paisagem de áreas urbanas (parques, campos esportivos e semelhantes) - Limpeza de rua - Hidrantes de incêndio - Lavagem industrial de veículos	≤ 1 ovo/10L	≤ 200	≤ 20	≤ 10	
3. Recreacional					
Qualidade 3.1.: - Irrigação do campo de golfe.	≤ 1 ovo/10L	≤ 200	≤ 20	≤ 10	No caso de substâncias perigosas ou outros contaminantes específicos, o emprego de água de reúso deve estar em conformidade com os padrões de qualidade ambiental. Se a água de irrigação for aplicada diretamente ao solo (irrigação por gotejamento, microaspersor), os critérios da Qualidade 2.3 serão aplicados. <i>Legionella spp.</i> 100 CFU/L (se houver risco de formação de aerossóis).
Qualidade 3.2.: - Lagoas e lagos ornamentais em que o acesso público é proibido.	-	≤ 10.000	≤ 35	-	No caso de substâncias perigosas ou outros contaminantes específicos, o emprego de água de reúso deve estar em conformidade com os padrões de qualidade ambiental. Fósforo ≤ 2 mg/L para água parada (lagos).

Tabela 4.23: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água na Espanha – modalidade de uso doméstico (*conclusão*)

Uso pretendido da água	Parâmetros				
	Nematódeos intestinais	E.coli	SST	Turbidez	Outros critérios
4. Ambiental					
Qualidade 4.1.: - Recarga de aquífero por percolação localizada através do solo.	≤ 1 ovo/10L	≤ 200	≤ 20	≤ 10	Nitrogênio Total ≤ 10 mg/L Nitrato ≤ 25 mg/L
Qualidade 4.2.: - Recarga de aquífero por injeção direta.	≤ 1 ovo/10L	Não detectável	≤ 10	≤ 2	
Qualidade 4.3.: - Irrigação de bosques, áreas verdes e outros espaços não acessíveis ao público. - Silvicultura.	-	-	≤ 35	-	No caso de substâncias perigosas ou outros contaminantes específicos, o emprego de água de reúso deve estar em conformidade com os padrões de qualidade ambiental.
Qualidade 4.4.: - Outros usos ambientais (manutenção de áreas úmidas, vazões mínimas e similares).	Os requisitos mínimos de qualidade serão definidos caso a caso.				

Tabela 4.24: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água em Portugal – modalidade de uso doméstico

Classes	Tipo de cultura	Coliforme fecal	Ovos de helmintos	Tratamento adequado	Observações
B	Irrigação em parques públicos e jardins, gramados esportivos, florestas com acesso fácil ao público	≤ 200	≤ 1	Secundário + filtração + desinfecção ou Terciário + filtração + desinfecção	Desinfecção UV (lâmpadas autolimpantes) ou ozônio, preferível à cloração. A irrigação deve evitar contato com pessoas.
D	Florestas e gramados situados em locais de difícil acesso público ou controlado	≤ 10.000	≤ 1	Secundário + filtração + desinfecção ou Secundário + lagoas de maturação (TDH ≥ 10 dias)	Desinfecção UV (lâmpadas autolimpantes) ou ozônio, preferível à cloração. A irrigação deve evitar contato com pessoas.

Tabela 4.25: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água segundo ISO 16.075/2015 – modalidade de uso doméstico

Classes	Tipo de água de reúso	Parâmetros										Usos potenciais sem barreiras	Tratamento correspondente em potencial
		DBO		SST		Turbidez		Coliformes Termotolerantes		Nematódeos intestinais			
		Média	Máx.	Média	Máx.	Média	Máx.	Média	Máx.	Média	Máx.		
A	Água residuária tratada de altíssima qualidade	≤ 5	10	≤ 5	10	≤ 2	5	≤ 10	100	-	-	Irrigação urbana irrestrita	Secundário + filtração por contato ou filtração por membranas + desinfecção
B	Água residuária tratada de alta qualidade	≤ 10	20	≤ 10	25	-	-	≤ 200	1.000	-	-	Irrigação urbana restrita	Secundário + filtração + desinfecção

Tabela 4.26: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de águas cinzas no Chile – modalidade de uso doméstico

Parâmetros	Uso urbano ⁽¹⁾	Irrigação de áreas recreativas e de serviços de irrigação ⁽²⁾		Irrigação ornamental ⁽³⁾
		Irrigação superficial	Irrigação subsuperficial	
SST	≤ 10	≤ 30	≤ 140	≤ 70
Coliforme fecal	≤ 10	≤ 200	≤ 1.000	≤ 1.000
DBO	≤ 10	≤ 30	≤ 240	≤ 70
Turbidez	≤ 5	≤ 10	-	≤ 30
Cloro residual livre	0,5 – 2,0	0,5 – 2,0	-	-

⁽¹⁾ Esta modalidade inclui a descarga de banheiros e mictórios e a irrigação de jardins privados.

⁽²⁾ Esta modalidade inclui a irrigação de áreas verdes com livre acesso ao público, como parques, áreas verdes de estabelecimentos de ensino, cemitérios, campos de esportes, entre outros.

⁽³⁾ Esta modalidade inclui a irrigação de áreas verdes e jardins ornamentais exclusivamente para fins estéticos e de decoração, sem acesso ao público.

Diferentemente do que foi observado para as outras modalidades, para o reúso de água no meio doméstico, existe certa concordância quanto aos parâmetros e padrões adotados nas resoluções/diretrizes analisadas. O indicativo de consenso nessa modalidade pode servir como base para o desenvolvimento de futuras diretrizes e normas sobre essa temática. Percebe-se que nas resoluções/diretrizes da China e Espanha, por exemplo, há uma discriminação dos possíveis usos, que pode auxiliar no entendimento dos usuários.

Em todo caso, a adoção de cloro residual para essa modalidade pode ser justificada devido ao fato de os usuários terem regularmente contato direto com a água de reúso, o que aumenta o potencial de contaminação. Já a determinação do tipo de tratamento requerido pode ser um fator complicador para o emprego das resoluções/diretrizes, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil, dado o custo de instalação e operação das tecnologias correlacionadas. Tais resoluções/diretrizes tendem aos conceitos estipulados pela USEPA, que são mais restritivos em comparação aos da OMS.

Salienta-se que em diversos países como Turquia, Peru, França, Chipre, Jordânia, etc. há regulamentações sobre reúso de água, sempre baseadas nas diretrizes da EPA da Austrália, da OMS ou Califórnia (EUA) "Title 22", conforme mostrado no Quadro 4.9.

Quadro 4.9: Exemplos de diretrizes existentes de reúso de água em alguns países

País	Potenciais usos	Comentário
Bélgica	Agrícola e Ambiental	Baseado nas diretrizes da EPA da Austrália.
Chipre	Agrícola, Ambiental e Paisagística	Critérios de qualidade para irrigação mais rigorosos do que os padrões da OMS, mas menores do que os da Califórnia "Title 22".
França	Agrícola e Paisagística	Reúso para fins agrícolas. Essencialmente emprega os padrões da OMS, com a adição de restrições para técnicas de irrigação e distâncias de recuo para áreas residenciais e estradas.
Itália	Agrícola, Urbano não potável e industrial	Possível estabelecer normas regionais mais rigorosas. Padrões microbiológicos semelhantes aos da Califórnia "Title 22" para Puglia e Emilia Romagna e para os padrões da OMS na Sicília.
Peru	Agrícola	Similar à diretriz da OMS.
México	Agrícola	Similar à diretriz da OMS.
Singapura	Agrícola, Ambiental, Paisagística, Urbano e Industrial	Baseado nas diretrizes da USEPA e da OMS.
Egito	Agrícola e Paisagística	Similar à diretriz da OMS.
Turquia	Agrícola	Padrões microbiológicos semelhantes aos da OMS, com exceção dos nematoides intestinais e do cloro residual.
Jordânia	Agrícola e Ambiental	Baseado nas diretrizes da OMS, com padrões similares aos da EPA da Austrália.

Quanto às normas e diretrizes brasileiras apontadas nos Quadros 4.4 e 4.6, a Tabela 4.27 a seguir demonstra, resumidamente, os parâmetros e padrões aplicados para reúso de água.

Tabela 4.27: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água conforme as resoluções/normas nacionais (*continua*)

Parâmetros	Resoluções/Normas													
	Lei n. 2.856/2011 de Niterói/RJ	Resolução conjunta n. 1/2017 da SES/SMA/SSRH do estado de SP	Resolução Coema/CE n. 2/2017				Norma ABNT (no prelo)	NBR 15.527/2017	NBR 13.969/1997 ⁽¹⁾				NT Cetesb P4.002/2010 ⁽²⁾	
	Fins urbanos	Uso com restrição moderada	Uso com restrição severa	Fins urbanos ⁽³⁾	Fins agrícolas e florestais ⁽⁴⁾	Fins ambientais	Aquicultu-ra	-	-	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	-
Coliformes totais	Ausência em 100 mL	-	-	-	-	-	-	-	Ausência em 100 mL	-	-	-	-	-
Coliformes termotolerantes (CT) ou E.coli	Ausência em 100 mL	ND	< 200 UFC/100 mL	< 5000 ou < 1000 ⁽⁴⁾ CT/100 mL	< ND ⁽⁵⁾ Ou 1000 CT/100mL	< 10.000 CT/100 mL	< 1000 CT/100mL	ND	Ausência em 100 mL	< 200 NMP/100 mL	< 500 NMP/100 mL	< 500 NMP/100 mL	< 5000 NMP/100 mL	-
DBO _{5,20}	-	≤ 10 mg/L	≤ 30 mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Turbidez	≤ 5 UNT	≤ 2 UNT	-	-	-	-	-	≤ 2 UNT	< 2 uT, para usos menos restritivos < 5 uT	< 5 uT	< 5 uT	< 10 uT	-	-
Cor aparente	< 15 uH	-	-	-	-	-	-	-	< 15 uH	-	-	-	-	-
pH	6 – 9	6 – 9	6 – 9	6 – 8,5	6 – 8,5	6 – 8,5	6 – 8,0	6 – 9	6 – 8	-	6 – 8	-	-	-
Ovos de helmintos	-	< 1 Ovo/L	1 Ovo/L	< 1 Ovo/L	< ND ou 1 Ovo/L	< 1 Ovo/L	ND	< 1 Ovo/L	-	-	-	-	-	-
Carbono Orgânico Total (COT)	-	-	-	-	-	-	-	4 mg C/L	-	-	-	-	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	< 200 mg/L	< 450 mg/L	< 2.000 mg/L	-	-	-	-	< 1.000 mg/L	-	-	-	-	-	-

Tabela 4.27: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água conforme as resoluções/normas nacionais (*continua*)

Parâmetros	Resoluções/Normas													
	Lei n. 2.856/2011 de Niterói/RJ	Resolução conjunta n. 1/2017 da SES/SMA/SSRH do estado de SP		Resolução Coema/CE n. 2/2017				Norma ABNT (no prelo)	NBR 15.527/2017	NBR 13.969/1997 ⁽¹⁾				NT Cetesb P4.002/2010 ⁽²⁾
	Fins urbanos	Uso com restrição moderada	Uso com restrição severa	Fins urbanos ⁽³⁾	Fins agrícolas e florestais ⁽⁴⁾	Fins ambientais	Aquicultura	-	-	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	-
SST	-	(relação com Turbidez)	≤ 30 mg/L	-	-	-	-	-	-	-	< 200 mg/L	-	-	-
Razão de adsorção de sódio (RAS)	-	< 3	3 – 9	-	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	9 – 12
Condutividade elétrica	-	< 0,7 dS/m	< 3,0 dS/m	< 3000 µS/cm	< 3000 µS/cm	< 3000 µS/cm	< 3000 µS/cm	1.600 µS/cm	-	-	-	-	-	< 2,9 dS/m (à temp. 25 °C)
Temperatura	-	-	-	-	-	-	< 40 °C	-	-	-	-	-	-	-
OD	> 2 mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	> 2 mg/L	-
Amônia	-	-	-	-	-	-	-	<1,0 mg NH ₃ /L	-	-	-	-	-	-
Sódio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloreto	-	< 10 ⁶ mg/L	< 350 mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Boro	-	< 0,7 mg/L	< 2,0 mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloro residual livre	0,5 a 2,0 mg/L	-	-	-	-	-	-	-	0,5 a 3,0 mg/L	-	-	-	-	-

Tabela 4.27: Resumo dos parâmetros e padrões aplicados para reúso de água conforme as resoluções/normas nacionais (*conclusão*)

Parâmetros	Resoluções/Normas													
	Lei n. 2.856/2011 de Niterói/RJ	Resolução conjunta n. 1/2017 da SES/SMA/SSRH do estado de SP		Resolução Coema/CE n. 2/2017				Norma ABNT (<i>no prelo</i>)	NBR 15.527 /2017	NBR 13.969/1997 ⁽¹⁾				NT Cetesb P4.002 /2010 ⁽²⁾
	Fins urbanos	Uso com restrição moderada	Uso com restrição severa	Fins urbanos ⁽³⁾	Fins agrícolas e florestais ⁽⁴⁾	Fins ambientais	Aquicultura	-	-	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	-
Cloro residual Total	-	< 1 mg/L	< 1 mg/L	-	-	-	-	> 0,5 mg/L < 1,0 mg/L	-	> 0,5 mg/L < 1,5 mg/L	> 0,5 mg/L	-	-	-
Tipo de tratamento	-	Tratamento secundário, desinfecção e filtração.	Tratamento secundário, desinfecção e filtração	-	-	-	-	-	-	Tratamento aeróbio + filtração convencional (areia e carvão ativado) ou membranas + cloração.	Tratamento aeróbio + filtração de areia ou membranas + cloração.	As águas de enxágue das máquinas de lavar roupas satisfazem a este padrão, sendo necessário apenas uma cloração. Para casos gerais, um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz a este padrão	As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita	-

⁽¹⁾ Considera-se as Classes apontadas no Quadro 4.7.

⁽²⁾ Essa NT considera também alguns parâmetros inorgânicos conforme indica a Resolução Conama n. 396/2008.

⁽³⁾ Os fins urbanos podem ser irrigação paisagística lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações e combate de incêndio dentro da área urbana

⁽⁴⁾ Os fins agrícolas e florestais podem ser culturas a serem consumidas cruas cuja parte consumida tenha contato direto com a água de irrigação ou demais culturas. Sendo o valor mais restritivo para as culturas a serem consumidas cruas.

ND: Não detectado

Constata-se que existem duas qualidades previstas para reúso segundo a Resolução conjunta SES/SMA/SSRH n. 1/2017 do estado de SP, que são diferentes com o que tradicionalmente se trabalha para definições de reúso, que é reúso restrito ou irrestrito (USEPA, 2012; WHO, 2006). Nessa resolução, uso com restrição moderada significa que o acesso é livre, que as pessoas podem ter contato com água de reúso e, conseqüentemente, a **exigência** de qualidade é maior. No caso do uso com restrição severa, a resolução é mais leniente em relação aos padrões de qualidade, pois a exposição para a população é menor.

Outro ponto que deve ser evidenciado é a questão dos coliformes termotolerantes não detectáveis ou ausentes. Tal fato se justifica porque a análise de presença e ausência é menos onerosa do que para quantificação, como indicado também na resolução/diretriz da Espanha.

Além disso, essa resolução trouxe um conceito que a USEPA aplica, qual seja, de associar os padrões a processos de tratamento, muito embora os EUA utilizem o conceito de melhor tecnologia disponível dentro de um processo, e no estado de SP foi especificamente o tipo de tratamento, analogamente ao que recomenda a NBR 13.969/1997.

Em relação à proposta que está sendo preparada para a norma da ABNT, observa-se que há parâmetros equivalentes à Resolução conjunta n. 1/2017 do estado de SP, como coliformes termotolerantes, ovos de helmintos, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e cloro residual. No entanto, a condutividade elétrica (salinidade) da água na norma ABNT é maior em comparação à Resolução conjunta n. 1/2017 devido ao fato de a norma abranger todo o País, existindo regiões, como no Nordeste, em que a condutividade elétrica natural da água chega a ser 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Ainda sobre a norma da ABNT, o caso do parâmetro Amônia pode ser justificativa porque não se consegue remover a ureia presente no esgoto sanitário em tratamento físico-químico convencional. Logo, se o efluente tratado com a presença de ureia for para um reservatório de armazenamento, possivelmente ela será decomposta em amônia. Por sua vez, atualmente, diversas águas provenientes de lençol freático contaminado por combustíveis pode ter carbono orgânico total, por isso está inserido nessa norma.

A respeito da Resolução Coema/CE n. 2/2017 e da NBR 13.969/1997, observa-se que as diretrizes e os padrões são mais flexíveis, principalmente quanto

aos organismos patogênicos e ao nível de tratamento requerido. Tal abordagem se assemelha à que é utilizada pela OMS, a qual leva em conta as ferramentas de avaliação de risco, como referido anteriormente.

Por fim, analisando todas essas normas e resoluções brasileiras, com exceção da Resolução Coema/CE n. 2/2017 e da NBR 13.969/1997, percebe-se um consenso em vários parâmetros de qualidade. Isso, então, traz de alguma forma certa coerência para a qualidade da água de reúso ou de fontes alternativas.

Em contrapartida, esses valores tendem aos adotados pela USEPA (2012), que trabalha praticamente com o conceito de risco zero, ou seja, são rigorosos em relação aos da OMS (WHO, 2006).

4.3.4 Considerações sobre outros contaminantes

Algumas resoluções e normas internacionais, como as da China, Portugal, Tunísia, Austrália⁵, Jordânia e Turquia, consideram também contaminantes químicos que podem estar presentes nas águas residuárias, principalmente para reúso de água na modalidade agrícola, tais como: cádmio, chumbo, níquel, mercúrio, arsênio, etc.

De qualquer forma, segundo USEPA (2012), com milhares de substâncias químicas potencialmente presentes na água de reúso, não é possível compilar uma lista abrangente de contaminantes químicos que possam estar presentes em concentrações residuais. A OMS, por sua vez, concluiu que para suas diretrizes não eram necessárias recomendações para contaminantes emergentes (fármacos), nem mesmo para água de abastecimento público (WHO, 2012).

Ainda assim, embora não haja regulamentações específicas para os contaminantes de preocupação emergente (*Contaminants of emerging Concern – CEC*) na água de reúso, é necessária uma investigação adicional antes que qualquer decisão final possa ser tomada sobre o assunto (USEPA, 2012). Enquanto a aplicação de água de reúso para a irrigação urbana e paisagística (ou seja, gramados, campos de golfe, parques, jardins não alimentares, etc.) representa um risco muito baixo de contaminação dos seres humanos que entrem em contato com as plantas/superfícies irrigadas, pesquisa realizada por Knapp e publicada em 2010 (*apud* USEPA, 2012)

⁵ Considerando o reúso de água em contato direto com alimentos ou para projetos de reúso visando ao aumento do abastecimento de água potável.

indica que podem haver efeitos indiretos à saúde com o emprego de água de reúso na agricultura. Nesse estudo, mudanças na resistência a antibióticos em bactérias presentes no solo em amostras colhidas e arquivadas na Holanda entre 1940 (quando o uso de antibióticos estava começando a ser generalizado) e 2008 mostraram evidências crescentes de que a resistência a antibióticos está aumentando, tanto em bactérias benignas quanto em patogênicas, o que poderia representar uma ameaça emergente para a saúde pública e ambiental (Knapp *apud* USEPA, 2012).

A fim de entender esses efeitos indiretos mais amplos dos CEC, o estado da Califórnia (EUA), em 2009, adotou uma nova política de água de reúso que criou um painel de “fita azul” para orientar futuras ações estatais relativas aos CEC, realizando uma revisão da literatura científica relacionada ao consumo de água de reúso e conhecimento atual sobre os riscos CEC a fim de fazer recomendações sobre o seu monitoramento (USEPA, 2012).

O painel forneceu uma estrutura conceitual para avaliar as metas potenciais de CEC para monitoramento e usar a estrutura para identificar uma lista de produtos químicos que devem ser monitorados atualmente (Anderson *et al.*, 2010 *apud* USEPA, 2012). Os CEC recomendados pelo painel atualmente para monitoramento são aqueles encontrados em água de reúso em concentrações com relevância para a saúde humana, conforme definido pela abordagem de triagem de exposição recomendada pelo painel.

Além disso, esse painel recomenda monitorar o desempenho dos processos de tratamento para remover os CEC usando-se alguns “indicadores de desempenho de CEC” e os parâmetros substitutos/operacionais para verificar se as unidades de tratamento estão funcionando conforme planejado. Os parâmetros operacionais incluem turbidez, carbono orgânico dissolvido e condutividade. E os indicadores de CEC baseados na saúde selecionados para monitoramento incluem: cafeína, 17 β -estradiol, N-nitrosodimetilamina e triclosan. Os indicadores de CEC baseados no desempenho selecionados pelo painel, cada um representando um grupo de CEC, foram: cafeína, gemfibrozil, n-dietil-meta-toluamida (DEET), iopromide, nitrosodimetilamina e sucralose. Observa-se que a cafeína e o N-nitrosodimetilamina servem como indicadores de saúde e de desempenho.

Ademais, alguns outros produtos químicos são recomendados para monitoramento, especialmente, para projetos de recarga de águas subterrâneas que

se propagam à superfície. Esse monitoramento deve ser feito trimensalmente, podendo ser reduzido a testes anuais se os produtos químicos não forem detectados. Atualmente, poucos produtos químicos estão sendo detectados, mesmo em níveis “Partes por trilhão” (ppt).

Já na Austrália, em 2008, as Diretrizes Australianas para Reúso de Água forneceram uma estrutura de gerenciamento de riscos, em vez de simplesmente confiar nos testes de qualidade do produto final (água de reúso) como base para o gerenciamento dos sistemas de reúso de água. Eles incluem diretrizes numéricas baseadas em concentração para pelo menos 86 fármacos em água de reúso. As concentrações expressas nas diretrizes baseiam-se na aplicação de um fator de segurança de 1.000 a 10.000 em relação a uma dose terapêutica única. Estes não são obrigatórios e não têm status legal, mas foram fornecidos como orientação nacionalmente consistente para os projetos de reúso visando ao aumento do abastecimento de água potável. Em geral, as concentrações das diretrizes são muito superiores às concentrações encontradas na água potável ou na água de reúso (USEPA, 2012).

Embora não haja uma ferramenta definitiva de avaliação de risco para alguns tipos de contaminantes químicos em água de reúso, as diretrizes australianas fornecem uma metodologia para avaliar o risco potencial de constituintes químicos conhecidos e emergentes (EPHC, 2008).

Caso uma empresa de alimentos pretenda reusar a água em contato direto com alimentos, os requisitos de segurança alimentar serão rigorosos. A água deve ser de qualidade potável, atendendo as Normas Australianas de Água Potável, para garantir a segurança alimentar e que o risco de contaminação seja mínimo.

4.4 ANÁLISE CRÍTICA

Tomando como premissa os objetivos deste trabalho, que é a elaboração de subsídios técnicos para norma legal do CNRH sobre uso racional e reúso de água, utilizando-se como base as modalidades de uso industrial, agrícola e urbano e o que foi abordado neste item, indicam-se alguns aspectos positivos que são abordados nas Resoluções CNRH n. 54/2005 e 121/2010 e se encontram de acordo com as normas internacionais:

- A Resolução CNRH n. 54/2005 já define modalidades de reúso de água conforme é indicado pela USEPA (2012) e seguido mundialmente, como as modalidades agrícola, ambiental, urbano, industrial e aquicultura;
- A Resolução CNRH n. 54/2005 já estabelece os critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, similarmente aos encontrados na EPA da Austrália e Califórnia (EUA), por exemplo, apontando que deve haver licenciamento e fiscalização;
- A Resolução CNRH n. 121/2010 já estabelece diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, devendo apenas ser complementada, essencialmente em relação aos parâmetros e padrões, conforme descrito abaixo.

Quanto aos aspectos a serem ampliados/aprofundados pelo CNRH, cita-se:

- Promover a articulação com o Conama e entidades competentes no que se refere à questão de licenciamento e fiscalização específico para reúso. Isso se justifica tendo em vista que, embora haja uma série de leis e regulamentos relevantes que devem ser considerados no desenvolvimento de um quadro para o tema, alguns estados ou municípios (Estado do Ceará e o Estado e Município de São Paulo) publicaram leis que exigem ou incentivam o reúso de água não potável, mas a maioria não estabeleceu um quadro regulatório específico e tem licenciados projetos de reúso com avaliação caso a caso, conforme o processo de licenciamento de ETEs e ETAs. A falta de definição de um quadro regulatório completo para licenciamento de projetos de reúso e fiscalização é entendida como um impedimento para o desenvolvimento sustentável do reúso planejado devido aos riscos que representa para os patrocinadores dos projetos (em termos de definição e licenciamento do projeto), bem como para os riscos que poderia representar para a saúde pública, o meio ambiente e outros usos benéficos (CH2M - Produto VI, 2018). Essa pauta será abordada detalhadamente no item seguinte (Capítulo 5);
- Proporcionar articulação, por meio de moção, por exemplo, com o Conama e o MS a fim de estabelecer parâmetros e padrões no contexto das Resoluções CNRH n. 54/2005 e 121/2010 para que, desse modo, essas resoluções possam ser implementadas de fato, como observado em todos os países que foram analisados;

- A prática de reúso na modalidade industrial tem seus parâmetros e padrões autorregulamentados, devido à dificuldade de padronizá-los para os diversos tipos de indústrias e processos industriais existentes, excetuando assim essa modalidade de uma futura resolução do Conama. De fato, somente algumas localidades possuem diretrizes para parâmetros e padrões na modalidade industrial, como a Califórnia (EUA), Espanha, China, etc.

De qualquer forma, observa-se que, desde a regulação da Resolução CNRH n. 54/2005, limitados progressos foram alcançados quanto aos vários componentes descritos nessa resolução, tais como diretrizes e critérios de qualidade (Art. 3º, §2º), instrumentos regulatórios e de incentivo (Art. 4º), estudo de alternativas e efeitos do reúso na disponibilidade hídrica (Art. 6º), programas de capacitação (Art. 10º) e licença ambiental (Art. 11º). Tais progressos limitados não estão alinhados com os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Art. 2º da Lei nº 9.433/1997), em suas prioridades para 2016-2020, entre outros.

Em relação às questões que envolvem o fomento e incentivos para implementação da prática do uso racional e reúso de água, como mencionado, há diversos PL e PLS que abordam o tema de forma concreta e incisiva, podendo assim o CNRH promover a articulação, por meio de uma moção, junto à Câmara dos Deputados e ao Senado Federal visando ao andamento da tramitação desses projetos, uma vez que o próprio CNRH é o órgão responsável por analisar as propostas de leis sobre recursos hídricos no país.

Outrossim, é importante destacar que, de acordo com o que foi elucidado no Produto I, já existem algumas fontes de financiamento para projetos de reúso de água e tratamento de água e efluentes, por exemplo, no âmbito do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS)/Caixa, sendo que esse recurso gira em torno de R\$ 5 bilhões por ano. Contudo, devido à falta de apresentação de projetos ou de projetos bem estruturados, esse recurso quase não tem sido utilizado, o que evidencia que há, de modo geral, baixa capacidade técnica para concepção de propostas robustas e consistentes.

No Capítulo 6 será discutida mais detalhadamente a temática do uso racional da água. De todo modo, neste momento, cabe salientar que a implementação de ações que visam ao uso racional da água passa por uma legislação específica, que

dispõe sobre programas de conservação e uso racional da água, similarmente à Lei n. 10.785/2003 do município de Curitiba/PR, que criou o Purae.

Por fim, apesar de não ser de competência do CNRH, após criteriosa análise de todos os pontos apresentados e discutidos no item 4.3, levando em consideração a segurança hídrica, a proteção da saúde e do meio ambiente, as análises de risco, o contexto nacional, as experiências internacionais, etc., está apresentada na Tabela 4.28 uma sugestão de parâmetros e padrões que possam servir de suporte para uma futura norma/resolução do Conama, que nesse caso é o órgão competente para tal.

Além disso, os valores apontados na tabela a seguir foram obtidos, especialmente, avaliando-se todas as resoluções e normas nacionais, mostradas na Tabela 4.27, pois já consideram de certa forma a realidade de regiões brasileiras, bem como a visão das diretrizes da OMS, que trabalha com o conceito risco tolerável ou análise de risco, conforme supracitado.

Nesse contexto, os parâmetros e valores adotados na Tabela 4.28 a seguir podem ser assim justificados:

- Sólidos em suspensão total (SST): valores adotados de acordo com legislação da região do Mediterrâneo, que está mais atrelado a questões do sistema de irrigação, sem se esquecer dos riscos à saúde ou ao meio ambiente;
- *E.coli* e ovos de helmintos: valores similares aos da Resolução Coema/CE n. 2/2017 e do Prosab (2003), que reflete plenamente a realidade brasileira, considerando-se os riscos à saúde, ao meio ambiente e à segurança dos usuários, sejam eles operadores, produtores rurais, consumidores e toda a população domiciliar;
- Cloro residual total e Turbidez: admitiu-se somente para fins urbanos devido ao maior risco de usuários (e crianças) entrarem em contato com a água de reúso, à falta de conhecimento e conscientização da população e por questões estéticas dessa água, para caso da turbidez, analogamente às diretrizes da China (norma GB/T 18921-2002);
- Condutividade elétrica e Razão de adsorção de sódio (RAS): valores adotados idênticos aos da Resolução Coema/CE n. 2/2017, pois considera-se a elevada salinidade dos solos das regiões litorâneas, como do estado do Ceará, sem que haja riscos associados a salinização do solo

para o caso de adoção de valores mais elevados de Condutividade elétrica e Razão de adsorção de sódio (RAS) ou de restrição extrema para o caso de valores muito baixos;

- Temperatura: apenas está condicionada ao tipo de cultivo aquático, principalmente, em relação a alevinos e alguns moluscos e crustáceos, que não suportam temperaturas superiores a 40° C – valores análogos aos da Resolução Coema/CE n. 2/2017.

Tabela 4.28: Sugestão de parâmetros e padrões a serem adotados em uma resolução/norma nacional para reúso de água

Parâmetros	Fins urbanos		Fins agrícolas e florestais		Fins ambientais	Fins aquicultura
	Uso Interno (irrestrita)	Demais usos (restrita)	Culturas a serem consumidas cruas (Irrigação irrestrita)	Demais culturas (Irrigação restrita)		
SST	-	-	≤ 20 ou ≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 35 ou ≤ 150 ⁽¹⁾	-	-
E.coli	≤ 10	≤ 100	ND	≤ 1.000	≤ 10.000	≤ 1.000
Ovos de helmintos	≤ 1	-	≤ 1	≤ 1	≤ 1	ND
pH	6,0 e 8,5		6,0 e 8,5		6,0 e 8,5	6,0 e 8,0
Turbidez	< 5 NTU	< 10 NTU	-	-	-	-
Condutividade elétrica	3000 µS/cm					-
Cloro residual total	0,05 – 2,0		-	-	-	-
Razão de adsorção de sódio (RAS)			< 15			
Temperatura	-	-	-	-	-	< 40° C ⁽²⁾

⁽¹⁾ Quando tratado com lagoas de estabilização e conforme exigido pela tecnologia de irrigação.

Um aspecto que não se encontra indicado na tabela acima consiste na questão da tecnologia de tratamento a ser adotada. Como discutido anteriormente, não há necessidade de se recomendar uma tecnologia de tratamento se é possível utilizar diversas tecnologias, até as mais simples existentes como as lagoas de estabilização/maturação ou *wetlands*, a fim de atender alguns parâmetros e padrões, como organismos patogênicos (*Escherichia coli* – *E.coli* – e ovos de helmintos). E ainda deixa a possibilidade de se empregar técnicas não tão usuais de desinfecção como ozônio ou radiação ultravioleta (UV) para o caso de reúso de água para fins agrícolas e florestais, ambientais ou na aquicultura.

Ressalta-se que esse tipo de sugestão específica não foi abordado no trabalho desenvolvido pela empresa CH2M, no âmbito do projeto do INTERÁGUAS/MCidades/IICA, executado somente para instituir uma política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil, apontando uma complementariedade deste projeto frente ao da CH2M.

Finalmente, destaca-se que no Capítulo 10 está descrito todas as nuances entre as competências e ações que o CNRH poderá tomar e os tópicos discutidos neste item, entre outros.

5. PROCESSO DE LICENCIAMENTO E OUTORGA PARA A PRÁTICA DE REÚSO

Para a instituição de políticas públicas que visem à implantação da prática do reúso de água, devem ser estabelecidas, dentro dos seus diversos aspectos positivos, maneiras para assegurar segurança técnica, hídrica, ambiental e de saúde. Uma vez que não existe no Brasil uma lista padrão para implementação dessa prática – havendo, portanto, potenciais gargalos (apontados no Produto I) que precisam ser ponderados para definição de políticas públicas sobre o tema –, podem-se adotar as ferramentas já empregadas no setor ambiental, como o licenciamento ambiental e a outorga do uso da água.

Entende-se que, desse modo, percorrer o caminho do que existe e funciona possibilita uma tomada de decisões mais sólida. Dessarte, os itens seguintes abordam a questão do licenciamento e outorga no contexto internacional e nacional.

5.1 ÂMBITO INTERNACIONAL

Nos EUA, conforme já mencionado anteriormente, o governo federal não regula a atividade diretamente, fornecendo tão somente, por meio da USEPA, diretrizes para as agências estaduais criarem um quadro regulamentar e elaborarem suas próprias regulações/resoluções sobre o reúso de água.

Assim, o principal objetivo da USEPA (2012) foi resumir as diretrizes de reúso de água aplicadas no mundo, com apoio a pesquisas e informações, em benefício de empresas de serviços públicos e agências reguladoras, particularmente nos EUA. A partir da publicação do documento de 2012, 30 estados e um território dos EUA adotaram regulamentos e 15 estados têm diretrizes ou padrões de projeto que regem o reúso de água. As diretrizes servem então como uma visão geral nacional do status dos regulamentos de reúso e esclarecem algumas das variações nos marcos regulatórios que suportam a reutilização em diferentes estados e regiões dos EUA.

O estado da Califórnia (EUA) liderou o desenvolvimento de regulações sobre qualidade da água de reúso, incluindo as regulações conhecidas como "Título 22", nas quais muitos países se basearam.

Ainda sobre a Califórnia (EUA), o Conselho Estadual de Controle de Recursos Hídricos, Conselhos Regionais de Controle da Qualidade da Água e o Departamento

de Saúde Pública compartilham responsabilidades para garantir a proteção da saúde pública e do meio ambiente no que se refere aos recursos hídricos, sendo o Departamento de Saúde Pública a agência principal.

Observa-se também nos EUA que:

- Há procedimento de licenciamento específico para água de reúso potável e não potável;
- Os processos de licenciamento existentes para ETEs foram adaptados para permitirem o licenciamento de projetos de reúso não potável. A principal adaptação foi a inclusão sistemática do órgão de saúde no processo de licenciamento (seja por meio de resolução/portaria no caso do reúso não potável, seja pelo envolvimento direto), mas mantendo o órgão ambiental responsável pelo licenciamento;
- Para reúso não potável, o processo de licenciamento é geralmente anexado/atrelado ao processo de licenciamento de lançamento do efluente.
- Os órgãos federais não são diretamente envolvidos no licenciamento dos projetos de reúso, seja reúso não potável seja reúso potável, nem têm responsabilidade programática, como ocorre no caso de ETE com descarte direto nos corpos hídricos;
- A licença de operação de um projeto de reúso é geralmente emitida ao produtor da água de reúso, com condicionantes aplicáveis ao distribuidor ou aos usuários;
- Os programas de monitoramento são enfatizados, sendo obrigatórios e com requerimentos e conformidades deferidas, além de estarem disponíveis ao público;
- Não existe outorga de lançamento de efluentes. O foco é dado à qualidade e ao monitoramento do efluente lançado. Questões de quantidade de água relacionadas à manutenção da vazão mínima do corpo hídrico e do meio ambiente são consideradas na fase dos estudos ambientais.

Em relação a outros países, de acordo com a Unep (2015), na Austrália cada estado tem a responsabilidade de regular e gerenciar seus recursos naturais e de saúde pública. No estado de Victoria, por exemplo, a legislação e a maioria da

regulamentação sobre manejo de esgoto e reúso são de responsabilidade da Autoridade de Proteção Ambiental (Environment Protection Authority – EPA - Victoria).

O Ato de Proteção Ambiental 1970 (EPA - Victoria) condiciona a necessidade de licenciamento de reúso de água com a quantidade de águas residuárias produzidas nas ETEs, por exemplo:

- ETEs que produzem menos de 5,0 m³/dia e cobrem o tratamento e lançamento de esgoto doméstico e de reciclagem de água necessitam da aprovação da autoridade local (municipal) para suas instalações mediante certificados;
- ETEs que lançam para o meio ambiente e têm uma capacidade de produção superior a 5,0 m³/dia são submetidas ao licenciamento pela EPA - Victoria sob o Regulamento de Proteção Ambiental. No entanto, sistemas de reúso de água que atendam as diretrizes da EPA Victoria podem ser elegíveis para uma isenção de licenciamento. Com relação ao reúso de água Classe A (Alta Qualidade), o Departamento de Saúde trabalha juntamente com a EPA para avaliar cada caso, conforme as diretrizes.
- Em sistemas com mais de 100 m³/dia, aprovações da EPA são necessárias. Em casos de reúso de Classe A, em que potencialmente haverá contato direto humano, são necessárias aprovações do Departamento de Saúde e de Serviços Humanos.

A vantagem desse sistema de escalonamento de controle de acordo com o volume de água residuária tratada é que ele reduz o ônus administrativo do governo, em razão da possibilidade de enfoque em casos mais específicos, que possuem níveis de desafios maiores.

O licenciamento na Austrália Ocidental, por sua vez, varia conforme o uso específico que será destinada a água de reúso (Australia, 2011). Se for uso ambiental, o Departamento de Meio Ambiente e Conservação (Department of Environment and Conservation – DEC) precisa ser contactado, pois é ele que proverá a licença. No caso do reúso industrial, devido à variedade de considerações de segurança, saúde e usos, é requerido que cada projeto específico seja enviado para a análise do Departamento de Saúde (Department of Health – DOH); para que este possa avaliar o nível de risco envolvido.

As diretrizes apresentadas no Guia para Usos Não Potáveis de Águas de Reúso da Austrália Ocidental (Australia, 2011) visam ao gerenciamento dos possíveis riscos ambientais e de saúde humana presentes nos sistemas de uso não potável de águas de reúso. Esse guia apresenta os requerimentos ambientais mínimos dos sistemas de reúso de água que produzem menos de 20 m³/dia. O licenciamento varia conforme a quantidade de água de reúso produzida, similarmente ao que ocorre em Victoria. Para volumes maiores que 20 m³/dia, requerimentos e aprovações adicionais devem ser solicitadas ao DEC. Se o volume de água de reúso for maior que 20 m³ por dia e menor que 100 m³/dia, é necessária aprovação do DEC para a construção do sistema e é requerido um registro de instalação específico. Se o volume exceder 100 m³/dia, o licenciamento é realizado em outra categoria, na qual se exige uma licença de operação após a licença de instalação (conforme a Regulamentação de Proteção Ambiental 1987 – Western Australia, 2014).

Em particular, quando a água de reúso advém de uma ETE municipal, o DEC também pode exigir um plano de gestão de nutrientes e irrigação. Sistemas de água de reúso devem desenvolver ainda um plano de gerenciamento da qualidade da água de reúso para receberem licenciamento. Além disso, de acordo com o Código de Práticas para a Reutilização de Águas Cinzas da Austrália Ocidental (2010) do documento do DOH, águas cinzas advindas de habitações individuais e moradias múltiplas ou instalações comerciais que produzem até 5,0 m³/dia podem ser reutilizadas. Os monitoramentos são realizados antes da liberação do projeto, durante a pré-operação. Testes com amostras dos efluentes são feitos para avaliação da qualidade da água e riscos associados. O procedimento para aprovação dos sistemas de reúso de água pelo DOH leva em conta os seguintes aspectos:

- Contato com o DOH para discutir os requerimentos de acordo com o propósito do sistema de reúso e expor o nível de risco baseado na fonte de água e uso a que será destinado;
- Avaliação da viabilidade do sistema;
- Preenchimento e submissão do formulário, incluindo um esquema de design preliminar do sistema;
- Concessão pelo DOH da aprovação para a instalação do sistema;

- Envio de relatório de validação dos testes de monitoramento dos efluentes pré-operação e submissão do Plano de Gerenciamento da Qualidade da Água de Reúso;
- Aprovação dos relatórios e plano pelo DOH;
- Alinhamento com o esquema nacional de gerenciamento de riscos e preparação para relatórios anuais do andamento do sistema.

Os provedores de água de reúso são requeridos a completar a seção relacionada ao tratamento, validação, verificação e qualidade da água monitorada nos Planos de Gerenciamento da Qualidade da Água de Reúso (via formulários on-line). Eles também devem manter um Acordo de Fornecimento de Água de Reúso com seus usuários finais, expressando qual o destino e utilização da água de reúso, bem como a qualidade provida. Também deve conter um comprometimento de distribuição contínua para serviços essenciais a contingência de perdas.

Os provedores de água de reúso são obrigados a demonstrar ao DOH que possuem um nível de competência apropriado para garantir a segurança do fornecimento de água durante todo o projeto. E a Autoridade de Regulação Econômica poderá acessar a capacidade e a viabilidade do processo como parte do processo de licenciamento.

Sempre que um produtor de água de reúso abastece outra entidade, o fornecedor e o usuário da água devem negociar um acordo/contrato de fornecimento de água de reúso. O objetivo é garantir que ambas as partes saibam suas responsabilidades. O acordo deverá ser apresentado para a obtenção de licença de operação para sistemas de reúso de alto risco de exposição, tal como sistemas residenciais de dupla reticulação (terceira tubulação), segundo matriz de risco para estimativa de risco qualitativa proposta pelas diretrizes nacionais (Australia, 2011).

O acordo/contrato deve conter: qualidade e quantidade de água; obrigações e responsabilidades dos fornecedores e usuários de água; características da água (fonte, qualidade, quantidade, pressão, variações de fluxo); responsabilidades por operações, manutenções, monitoramento e procedimentos de auditoria; restrições de uso; confiabilidade do fornecimento; responsabilidades e seguros; arranjos financeiros; duração do contrato e condições para eventual rescisão; propriedade das instalações; e medidas de contenção de problemas. O DOH requer a submissão desse acordo para aprovar o sistema de água de reúso.

Após a autorização de instalação da estação de tratamento de água de reúso e antes da licença de operação, o gerente do sistema deve prover uma cópia da planta de serviço de manutenção ao DOH. O contrato deve especificar o calendário de manutenção dos equipamentos e competências do contratante. O contrato de serviço deve ter, no mínimo, dois anos.

Cada estágio do gerenciamento de riscos deve ser descrito no Plano de Gerenciamento de Água de Reúso, para que as auditorias posteriores possam ser conduzidas. Esse plano deve ser submetido ao DOH anualmente, sendo as licenças de operação dos sistemas de reúso expedidas após a aprovação desse plano pelo departamento.

O gestor do sistema de reúso deve prever auditorias internas e externas do sistema conforme o nível de risco. Auditorias internas devem ocorrer pelo menos a cada três anos e externas, a cada cinco.

Na Tunísia, segundo Annika e Julika (2013), existe o Decreto n. 89-1047, de 28 de julho de 1989, que estipulou que o uso de águas de reúso para irrigação agrícola deve ser autorizado pelo Ministério da Agricultura em concordância com o Ministério do Meio Ambiente e de Planejamento do Uso da Terra e do Ministério da Saúde Pública. Os fazendeiros devem pagar pela água tratada que usam na irrigação de seus campos.

Sobre a Turquia, o reúso de água para irrigação agrícola foi legitimado por meio da Regulamentação de Controle de Poluição de Água pelo Ministério do Meio Ambiente, em 1991 (Annika; Julika, 2013). Para tanto, é necessário obter uma autorização das organizações governamentais para se utilizar a água de reúso para irrigação agrícola. Quem delibera sobre essa autorização são a Organização de Água do Estado, o Ministério da Agricultura e o Ministério do Meio Ambiente e da Silvicultura.

O governo da Jordânia, por sua vez, estabeleceu a obrigatoriedade de que todos os novos projetos de tratamento de esgoto devem incluir aspectos de viabilidade para a reutilização de águas residuárias e estabeleceu parâmetros para efluentes de águas residuárias domésticas tratadas (Normas Jordanianas JS 893/1995, revisadas em 2002) (Annika; Julika, 2013).

De acordo com o *Reglamento de Procedimientos Administrativos para el Otorgamiento de Autorizaciones de Vertimiento y Reuso de Aguas Residuales*

Tratadas (Procedimentos Administrativos para a Concessão de Autorizações de Lançamento e Reúso Águas Residuárias Tratadas) (D.S Nº 001-2010 AG) do Peru, a Autoridad Nacional del Agua estabeleceu procedimentos e requisitos para a outorga e autorizações de reúso de águas residuárias. A Autoridad Nacional del Agua, por meio do Conselho de Bacia, concede autorizações para o reúso das águas residuárias de acordo com o fim ao qual elas se destinam, em coordenação com a autoridade setorial competente e, quando corresponda, com a Autoridade Ambiental Nacional (Art. 82 da Lei de Recursos Hídricos - Lei n. 29.338/2009). As autorizações de reúso de águas residuárias são concedidas apenas quando todas as seguintes condicionantes são cumpridas:

- As águas sejam submetidas a tratamentos prévios e cumpram com todos os parâmetros de qualidade estabelecidos conforme os usos setoriais;
- Contem com a certificação ambiental outorgada pela autoridade ambiental;
- Em nenhum caso é autorizado o uso quando há possibilidade de se colocar em perigo a saúde humana e o desenvolvimento da fauna e flora, ou sejam afetados outros usos.

Já os procedimentos administrativos para a outorga e autorização de reúso são os seguintes:

- Solicitação dirigida à Autoridad Nacional del Agua;
- Admissão da solicitação;
- Inspeção *in loco*;
- Finalização da inspeção e subscrição do ato de inspeção *in loco*;
- Elaboração de relatório técnico;
- Parecer do Conselho de Recursos Hídricos da Bacia hidrográfica;
- Parecer técnico da Diretoria de Gestão de Qualidade dos Recursos Hídricos;
- Relatório técnico sobre a avaliação do arquivo da administração;
- Emissão e notificação da Resolução Diretora;
- Modificações e renovações das autorizações de reúso.

Entre os requisitos que devem acompanhar a solicitação de autorização estão: o parecer favorável da Diretoria Geral de Saúde Ambiental (Dirección General de Salud Ambiental) em termos de sua competência; recibo de pagamento do direito

do procedimento; ficha e descrição do sistema de tratamento de águas residuárias; planos do sistema; manual de operação e manutenção do sistema; cópia da autorização de descarga de efluentes de águas residuárias e outros requisitos administrativos (Art. 9 de D.S Nº 001-2010-AG). De acordo com o regulamento dos procedimentos administrativos, o prazo de vigência das autorizações de reúso de águas residuárias é estabelecido com base nas características do projeto, não podendo ser menor do que dois anos nem maior do que seis anos.

No México, os requerimentos de qualidade de água para lançamentos em corpos receptores são estabelecidos pela norma NOM-001-SEMARNAT de 1996, sendo os rios os corpos receptores mais frequentes, e os limites máximos permissíveis de contaminantes são determinados conforme o uso posterior que se dará da água daquele corpo receptor (exemplo: uso irrigação agrícola, que corresponde a 80% do uso; uso urbano ou proteção da vida aquática). De acordo com a Lei Federal de Direitos, Disposições Aplicáveis de Materiais em Água Nacionais, as indústrias que não cumprirem com os limites máximos permitidos pela norma têm de pagar pelo direito de uso ou pelo aproveitamento dos bens de domínio público da nação, como os corpos receptores, conforme a quantidade de contaminantes que lançarem neles (Espinoza *et al.*, 2016).

Por fim, na União Europeia (European Commission, 2016), os planos para o reúso de água devem ser objetos de Estudos Ambientais Estratégicos (Strategic Environmental Assessment) ou de Estudos de Impactos Ambientais (EIA – Environmental Impact Assessment). Os dois estudos são cobertos por diretrizes da UE, mas os Estados-membros podem adicionar provisões (por exemplo, sobre o que deve ser sujeito a EIA).

Os sistemas de reúso de água na UE são projetados para evitar ou minimizar a introdução de poluentes nas águas subterrâneas. Isso inclui prevenir ou limitar qualquer introdução direta de poluentes e a sua introdução por meio de caminhos difusos, por exemplo, advindos de irrigações agrícolas. Assegurar isso requer uma compreensão de quais substâncias estão presentes, como elas podem entrar em um corpo de água subterrânea e o que pode ser feito para evitar ou limitar essa inserção. O artigo 6.3.d do Groundwater Directive – GWD (Diretiva de Águas Subterrâneas - Groundwater Directive (2006/118/EC)) acrescenta que: “sem prejuízo a nenhuma outra restrição mais rigorosa de outra legislação da Comunidade Europeia, os

Estados-membros podem se isentar das medidas previstas sobre descarga de poluentes do parágrafo 1”.

Isso significa que as descargas em águas subterrâneas devem ser objeto de autorizações prévias da Diretiva-Quadro da Água (WFD, 2000/60/CE). Logo, qualquer esquema de reúso de água que envolva recarga de aquíferos deve garantir que haja uma avaliação adequada, que ocorra o licenciamento apropriado e que as medidas de controle sejam estabelecidas, como preconiza a WFD, 2000/60/CE.

5.2 ÂMBITO NACIONAL

No Brasil, em nível federal, há alguns normativos legais e regulatórios relacionados com o uso da água, em geral, bem como sobre licenciamento ou outorga. No que compete aos estados da Federação, como discutido no item 4.2, somente em poucos deles existem legislações que tratam, detalhadamente e especificamente, sobre o tema reúso de água, como será mostrado a seguir.

5.2.1 Nível federal

No Brasil, empreendimentos qualificados como potencialmente poluidores devem ser submetidos a uma avaliação prévia de impactos ambientais (processo de licenciamento ambiental) e, de acordo com ela, devem atender a um conjunto de condicionantes que visam:

- controlar os impactos previstos ainda na fase de projeto, a fim de evitá-los;
- mitigar os impactos não evitáveis por medidas de controle, de modo a reduzir seus efeitos em termos de magnitude, abrangência, intensidade;
- monitorar o efetivo desenvolvimento dos impactos durante as fases de operação e desativação do empreendimento;
- compensar os impactos irreversíveis e não mitigáveis.

A Resolução Conama n. 237/1997 estabelece as diretrizes gerais de licenciamento, que segue a ordem de Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO). Quanto aos critérios para obtenção da licença, o art. 2º estabelece que: “Caberá ao órgão ambiental competente definir os critérios de

exigibilidade, levando em consideração as especificidades, os riscos ambientais, o porte e outras características do empreendimento ou atividade”.

O licenciamento ambiental pode ser classificado como um processo trifásico. Ocorre que, devido à grande variedade de empreendimentos em termos de porte, complexidade e de possíveis impactos ambientais, há instrumentos distintos de avaliação prévia dos impactos ambientais, desde descrições e avaliação extremamente simplificadas até instrumentos complexos, que exigem prazos dilatados e equipes técnicas multidisciplinares para a sua execução, e ainda pressupõem processos de participação pública, como é o caso dos Estudos de Impacto Ambiental e respectivos Relatórios de Impacto Ambiental (EIA/RIMAs).

Em geral, os licenciamentos de ETE e ETA são semelhantes entre si e realizados pelo órgão estadual competente. Contudo, em casos específicos, poderão ser responsabilidade municipal. Para água de reúso, especificamente, não há processo específico ou adicional e as responsabilidades não são claramente definidas.

Entende-se que atualmente, no Brasil, o Ministério da Saúde somente é demandado diretamente na fase de licenciamento de projeto nas localidades onde há incidência de malária. No estado de São Paulo, por exemplo, o setor de saúde está envolvido no desenvolvimento de critérios de qualidade por meio da participação na Resolução Conjunta SES/SMA/SSRH n. 1/2017 do estado de São Paulo.

Observa-se que não há exigências normativas sobre monitoramento e de cumprimento/conformidade específicos para reúso em nível federal. No caso de descarte de efluente, os requisitos de monitoramento variam de estado para estado, ou devem seguir a Resoluções Conama n. 357/2005 e n. 430/2011. Alguns estados exigem automonitoramento e relatórios (com frequência variando por estado), outros não exigem monitoramento ou é realizada amostragem pelo órgão estadual competente quando são recebidas queixas ou denúncias.

No tocante à questão de outorga no Brasil, segundo a Constituição Federal de 1988, a água é um bem de domínio ou da União ou dos estados. A Lei n. 9.433/1997 estabelece, em seu artigo 1º, inciso I, que a água é um bem de domínio público. Tais instrumentos legais constituem-se nos principais argumentos que sustentam a implementação da chamada outorga de direito de uso de recursos hídricos. A outorga visa, resumidamente:

- autorizar ou conceder o uso do recurso hídrico;

- analisar o recurso hídrico em termos de bacia e liberar em âmbito estadual ou federal;
- assegurar o controle quantitativo (disponibilidade) e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água;
- definir o volume outorgável. Esse item é definido para cada bacia pelo Comitê da Bacia e é elaborado pelo Sistema de Informações de Recursos Hídricos.

Entre suas atribuições, à ANA compete outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos d'água de domínio da União, que são rios, lagos e represas que dividem ou passam por dois ou mais estados ou, ainda, aqueles que passam pela fronteira entre o Brasil e outro país. Atualmente, a agência delegou aos órgãos distrital/estadual competentes a análise e emissão de outorgas em corpos hídricos federais no Distrito Federal, no estado do Ceará e no estado de São Paulo – na bacia do Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ).

Retiradas de águas subterrâneas e dos cursos de água que não cruzam fronteira com outro estado são outorgadas pelos poderes públicos estaduais ou distrital. Via de regra, as secretarias de recursos hídricos são responsáveis pela outorga, mas há também autarquias como o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), em São Paulo, ou órgãos ligados às secretarias de recursos hídricos, como o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), de Minas Gerais. Em alguns estados, a autoridade outorgante é também responsável pelo licenciamento.

O controle quantitativo e qualitativo de demanda dos usos da água e o exercício dos direitos de acesso à água são garantidos mediante outorga de uso de recursos hídricos, concedida pela autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos estados ou do Distrito Federal, em função da dominialidade das águas.

O enquadramento dos recursos hídricos, como disposto pela Resolução Conama n. 357/2005, e a outorga de direito de uso de recursos hídricos na bacia, que visa definir quanta água será direcionada para cada uso, devem ser discutidos no Comitê da Bacia durante a elaboração do plano de bacia hidrográfica. Nas bacias com rios de domínio da União, tais processos são submetidos à aprovação do CNRH.

A ANA analisa e emite outorgas de lançamento de efluentes, como descrito no art. 13 da Lei 9.433/1997, que define que: “Toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e deverá respeitar

a classe em que o corpo de água estiver enquadrado”. Nesse sentido, atualmente, de acordo com a Resolução ANA n. 2.079, de 4 de dezembro de 2017, a Agência impõe exigências para a emissão da outorga de lançamento de efluente, incluindo um padrão mínimo de tratamento de efluentes, com 60% de índice de remoção de DBO.

Na análise para emissão da outorga, a agência realiza estudos de balanço hídrico quali-quantitativo, em que são considerados todos os usos consuntivos e não consuntivos, a exemplo do lançamento de efluentes. Essa metodologia de análise de balanço hídrico quali-quantitativa é adotada também pelos estados do Espírito Santo, Paraná, Mato Grosso do Sul e Bahia.

Nesse contexto, os projetos de reúso de água devem ser inseridos durante a elaboração do plano de bacia hidrográfica, pois poderão influenciar tanto o enquadramento dos recursos hídricos – outorga de lançamento (devido ao menor aporte de poluentes no corpo receptor) – quanto a outorga de direito de uso (dado o potencial de redução de captação de água).

Em relação às resoluções do CNRH, pode-se assim sumarizar:

a) *Resolução n. 141/2012: Estabelece critérios e diretrizes para implementação dos instrumentos de outorga de direito de uso de recursos hídricos e de enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, em rios intermitentes e efêmeros, e dá outras providências.*

O art. 6º expõe que o enquadramento de rios intermitentes ou efêmeros somente será considerado no período em que o corpo hídrico apresentar escoamento superficial.

No art. 7º define-se que, para o enquadramento de rios perenizados, será considerada como vazão de referência a vazão regularizada no respectivo trecho.

Já em seu art. 8º, os efluentes de qualquer fonte poluidora somente terão a outorga de lançamento em rios intermitentes ou efêmeros após o devido tratamento, levando em consideração estudos específicos que avaliem possíveis impactos em seus leitos, em reservatórios a jusante ou em aquíferos, a critério da autoridade outorgante. No inciso § 1º, enuncia que: no processo de regularização de lançamento de efluentes, a autoridade outorgante poderá estabelecer metas de remoção de carga de parâmetros adotados ou de implantação de prática de reúso de água, observadas as características hídricas, sociais e econômicas da bacia hidrográfica.

Por fim, no art. 12, estabelece que os critérios e diretrizes decorrentes da presente resolução deverão ser implementados em articulação com os órgãos competentes do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama).

b) Resolução n. 54/2005: Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências.

No art. 4º define-se que os órgãos integrantes do SINGREH, no âmbito de suas respectivas competências, avaliarão os efeitos sobre os corpos hídricos decorrentes da prática do reúso, devendo estabelecer instrumentos regulatórios e de incentivo para as diversas modalidades de reúso.

Em seu art. 5º, determina-se que, caso a atividade de reúso implique alteração das condições das outorgas vigentes, o outorgado deverá solicitar à autoridade competente retificação da outorga de direito de uso de recursos hídricos de modo a compatibilizá-la com essas alterações.

O art. 6º estabelece que os Planos de Recursos Hídricos, observado o exposto no art. 7º, inciso IV, da Lei n. 9.433/1997, deverão contemplar, entre os estudos e alternativas, a utilização de águas de reúso e seus efeitos sobre a disponibilidade hídrica.

No art. 7º, expressa-se que os sistemas de informações sobre recursos hídricos deverão incorporar, organizar e tornar disponíveis as informações sobre as práticas de reúso necessárias para o gerenciamento dos recursos hídricos.

O art. 8º determina que os Comitês de Bacia Hidrográfica deverão:

I - considerar, na proposição dos mecanismos de cobrança e aplicação dos recursos da cobrança, a criação de incentivos para a prática de reúso;

II - integrar, no âmbito do Plano de Recursos Hídricos da Bacia, a prática de reúso com as ações de saneamento ambiental e de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. Parágrafo único. Nos casos onde não houver Comitês de Bacia Hidrográfica instalados, a responsabilidade caberá ao respectivo órgão gestor de recursos hídricos, em conformidade com o previsto na legislação pertinente.

O art. 9º diz que a atividade de reúso de água deverá ser informada, quando requerida, ao órgão gestor de recursos hídricos, para fins de cadastro, devendo contemplar, no mínimo:

I - identificação do produtor, distribuidor ou usuário;

- II - localização geográfica da origem e destinação da água de reúso;
- III - especificação da finalidade da produção e do reúso de água; e
- IV - vazão e volume diário de água de reúso produzida, distribuída ou utilizada.

Segundo o art. 11º, “O disposto nesta Resolução não exime o produtor, o distribuidor e o usuário da água de reúso direto não potável da respectiva licença ambiental, quando exigida, assim como do cumprimento das demais obrigações legais pertinentes”.

- c) *Resolução n. 121/2010: Estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH n. 54/2005.*

De acordo com o art. 3º, a caracterização e o monitoramento periódico do solo que recebe a água de reúso serão realizados de acordo com critérios definidos pelo órgão ou entidade competente.

- d) *Resolução n. 140/2012: Estabelece critérios gerais para outorga de lançamento de efluentes com fins de diluição em corpos de água superficiais.*

Em seu art. 2º, a outorga de lançamento de efluentes corresponde à manifestação da autoridade outorgante sobre a disponibilidade hídrica necessária à diluição das cargas dos parâmetros adotados, sendo o órgão ou entidade de meio ambiente competente o responsável pelo licenciamento do empreendimento gerador dos efluentes.

Segundo o art. 10º, a autoridade outorgante estimulará a adoção de práticas para o uso racional da água, em conjunto com os setores usuários, instituições de ensino superior e pesquisa, organizações civis de recursos hídricos e demais entes dos Sistemas Nacional e Estaduais de Recursos Hídricos.

- e) *Resolução n. 153/2013: Estabelece critérios e diretrizes para implantação de Recarga Artificial de Aquíferos no território brasileiro.*

Em seu art. 3º, a recarga artificial pode ser implantada:

- I - a partir da superfície, com infiltração de água através de barragens, espalhamento de água, canais, valas, ou a combinação destes;

II - em profundidade, com a injeção direta de água no aquífero através de poços.

No art. 5º, estipula que a recarga artificial de aquíferos dependerá de autorização da entidade ou órgão gestor estadual de recursos hídricos ao empreendedor e estará condicionada à realização de estudos que comprovem sua viabilidade técnica, econômica, sanitária e ambiental.

No art. 6º fica estabelecido que caberá às entidades ou órgãos gestores estaduais de recursos hídricos:

I - definir Termos de Referência para elaboração dos estudos citados no art. 5º;

II - definir, em articulação com o empreendedor, quando necessário, a realização de estudos complementares e seu detalhamento;

III - coordenar as ações e participação das diferentes esferas governamentais, instituições, pessoas físicas e jurídicas, envolvidas na implementação da recarga artificial, quando for o caso.

Salienta-se que a Resolução Conama n. 430/2011, a qual dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução Conama n. 357/2005, em seu art. 7º, que preceitua que o órgão ambiental competente deverá, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, listadas ou não no art. 16 dessa resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas para enquadramento do corpo receptor.

Do inciso 1º consta: “O órgão ambiental competente poderá exigir, nos processos de licenciamento ou de sua renovação, a apresentação de estudo de capacidade de suporte do corpo receptor”.

O inciso 3º define que o empreendedor, no processo de licenciamento, informará ao órgão ambiental as substâncias que poderão estar contidas no efluente gerado, entre aquelas listadas ou não na Resolução Conama n. 357/2005 para padrões de qualidade de água, sob pena de suspensão ou cancelamento da licença expedida.

Pode-se observar, diante do exposto, que em todos os normativos federais não há diretrizes bem definidas quanto à questão de reúso de água, principalmente no que concerne à outorga e ao licenciamento.

De todo modo, observa-se que existe certa articulação entre algumas resoluções que pode ser aproveitada para embasar o processo de licenciamento e outorga da prática de reúso de água, como:

- O art. 8º da Resolução CNRH n. 54/2005, que determina que os Comitês de Bacia Hidrográfica deverão considerar, na proposição dos mecanismos de cobrança e aplicação dos recursos da cobrança, a criação de incentivos para a prática de reúso; ou seja, outorga sobre a prática de reúso;
- O art. 7º da Resolução Conama n. 430/2011, que indica que o órgão ambiental competente deverá, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos. Isto é, essa diretriz pode ser ajustada a fim de que o órgão ambiental competente, após a implementação de uma norma específica de reúso de água, possa licenciar essa atividade ou empreendimento também.

Perante o exposto, pode-se concluir que, em nível federal:

- O reúso de água está relacionado diretamente com a outorga de direito de uso de recursos hídricos e a outorga de lançamento, conforme disposto na Lei Federal n. 9.433/1997 e nas Resoluções CNRH n. 54/2005 e n. 140/2012. Isto é, quando se implanta um projeto de reúso de água, impreterivelmente, ocorrerá uma alteração na captação da água bruta e no lançamento da água residuária, devendo ser revisadas essas outorgas junto ao órgão responsável. Essa etapa é essencial para a viabilidade do projeto de reúso, dada a redução dos custos relativos às outorgas.
- O Conama, segundo suas atribuições, deve, por meio de ato normativo específico ou em complementariedade das resoluções existentes, particularmente a Resolução Conama n. 237/1997, inserir o produtor, o distribuidor e o usuário da água de reúso direto não potável a passar por um processo de licenciamento ambiental, assim como regulamenta a

Resolução CNRH n. 54/2005, e preferencialmente com a participação do MS ou órgão competente (Secretaria de Vigilância em Saúde – SVS), como observado no âmbito internacional.

5.2.2 Níveis estadual e municipal

a) Estado de São Paulo

Em São Paulo, o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) publicou procedimentos para obtenção de outorga para projetos de reúso, por meio da Instrução Técnica DPO (IT-DPO) n. 13/2017, que tem por objetivo regulamentar a Deliberação n. 156, de 11/12/2013 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH) e indicar as exigências do DAEE, para obtenção da Declaração sobre Viabilidade de Implantação (DVI) de empreendimentos e da outorga de direito de uso de recursos hídricos pelo produtor de água de reúso direto não potável, proveniente de ETE de sistemas públicos.

Segundo a IT-DPO n. 13/2017, as outorgas se aplicam para ETE a ser construída com a finalidade de produzir água de reúso; ETE existente com outorga de direito de uso; ETE existente sem outorga de direito de uso (ETE existente com lançamento em situação irregular); e ETE existente que já produz água de reúso, com ou sem outorga de direito de uso.

Em todas as situações, o produtor de água de reúso deve se reportar ao DAEE para regularizar ou alterar as informações específicas do empreendimento a fim de obter a DVI. No caso da eliminação total do lançamento de efluentes em corpo hídrico, o futuro produtor de água de reúso deve declarar sua desistência do uso e promover a desativação do ponto atual do lançamento no corpo hídrico. E, após a emissão da outorga de direito de uso e o início de suas atividades, o produtor de água de reúso deverá fornecer ao DAEE, anualmente e sempre que solicitado, relatório técnico complementar com as informações exigidas.

Além dessa IT, conforme supracitado, existe a Resolução conjunta SES/SMA/SSRH n. 1/2017, que disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de ETE, e dá providências correlatas. Especialmente para efeito de licenciamento e outorga, o seu art. 12º diz: O produtor de água de reúso deve submeter previamente a ETE:

I - ao DAEE, para avaliação quanto à disponibilidade dos recursos hídricos, caso a atividades de reúso implique alteração das condições das outorgas vigentes, por intermédio da entidade detentora da outorga;

II - à Cetesb, para licenciamento da atividade, tal como definido na alínea c, inciso IV, do artigo 57, do Regulamento da Lei Estadual nº 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo Decreto Estadual nº 8.468, de 8 de setembro de 1976 e suas alterações;

III - à Cetesb, para emissão de Parecer Técnico, quando se tratar de ETEs implantadas em atividades dispensadas de licenciamento ambiental,

IV - à Vigilância Sanitária Municipal, para cadastramento no Sistema Estadual de Vigilância Sanitária.

b) Município de São Paulo

A Lei n. 16.174/2015 estabelece regramento e medidas para fomento ao reúso de água para aplicações não potáveis, oriundas do polimento do efluente final do tratamento de esgoto, de recuperação de água de chuva, da drenagem de recintos subterrâneos e de rebaixamento de lençol freático; revoga a Lei Municipal n. 13.309/2002, no âmbito do município de São Paulo, e dá outras providências.

Podem-se citar os seguintes artigos em relação à questão de licenciamento e outorga:

- Art. 4º. Fica estabelecido o Programa de Reaproveitamento de Águas de Drenagem Subterrânea (Prosub) visando fomentar o reúso de águas que se infiltram no subsolo de edificações em garagens subterrâneas, túneis de serviço e viários e águas de rebaixamento do lençol freático em obras de empreendimentos imobiliários para aplicações urbanas não potáveis compatíveis.
§ 1º O descritivo do sistema proposto para coleta, estocagem e uso da água coletada e de escoamento do excedente deverá ser incluído no memorial descritivo do processo de licenciamento de novas construções.
- Art. 5º. O excedente não consumido internamente com reúso poderá ser cedido a imóveis vizinhos, que poderão compartilhar reservatórios e ratear investimentos e custos de manutenção. O contrato firmado deverá ser devidamente comunicado aos órgãos licenciadores e à concessionária de

saneamento Sabesp e constar no memorial de licenciamento, em caso de novos empreendimentos. As águas para as quais não houve possibilidade de consumo por reúso deverão ser lançadas na galeria de águas pluviais, observando-se normas vigentes para se prevenir dano e em vazão compatível com seu dimensionamento, devendo-se evitar realizar essa operação em caso de chuvas intensas.

c) Estado do Ceará

A Lei estadual n. 16.033/2016 dispõe sobre a política de reúso de água não potável da seguinte forma:

- Art. 1º. Esta Lei estabelece critérios para o reúso de água não potável, com o objetivo de viabilizar e estimular a sua ação no Estado do Ceará.
- Art. 6º. O Plano Estadual dos Recursos Hídricos e os Planos de Gerenciamento das Águas de Bacias Hidrográficas devem incluir diretrizes para o reúso de água, bem como instituir metas a serem cumpridas pelo Estado no que se refere ao reúso.

Parágrafo único. A Secretaria dos Recursos Hídricos é competente para reunir, atualizar e divulgar, por meio do Sistema de Informação em Recursos Hídricos, dados e indicadores sobre o reúso de água no Estado do Ceará.

- Art. 7º. A fiscalização das atividades de água de reúso deve ser regulamentada por decreto, versando a respeito dos aspectos de gestão, de infraestrutura e de padrões de qualidade de água, dentre outros, prevendo multa para aquelas atividades que contrariarem o que está disposto em lei.

§ 1º A fiscalização da gestão e infraestrutura relativa ao reúso da água é de responsabilidade da Secretaria de Recursos Hídricos.

§ 2º A fiscalização da qualidade da água de reúso é de competência da Secretaria do Meio Ambiente e da Superintendência Estadual de Meio Ambiente.

- Art. 8º. Todos os equipamentos, aparelhos, tubulações, veículos e instrumentos utilizados com água de reúso deverão conter identificação, explícita e destacada, de que se trata de água não potável, sendo inclusive diferenciada daquelas utilizadas nas tubulações de água, esgoto e incêndio.

- Art. 9º. A atividade de reúso de água não potável está condicionada à outorga, devendo todos os equipamentos ou sistemas ser hidrometrados, conforme disposto em decreto.

Parágrafo único: Independe de outorga o reúso das águas pelo usuário, para o mesmo fim outorgado.

- Art. 10. Não se eximem o produtor e o usuário da água de reúso não potável da respectiva licença ambiental, assim como do cumprimento das demais obrigações legais pertinentes.

Parágrafo único: Caso o produtor e usuário de água de reúso tenha licença ambiental vigente sem previsão da atividade de reúso deverá regularizar-se junto ao órgão ambiental competente.

- Art. 11. Fica instituído o Selo Reúso para os usuários de água de reúso externo e interno, cujos critérios referentes à obtenção e suspensão serão disciplinados por ato do Chefe do Poder Executivo.

A Resolução Coema/CE n. 1/2016 dispõe sobre a definição de impacto ambiental local, atividades de fiscalização e licenciamento ambiental e classifica as atividades de impacto local/regional.

Em relação ao monitoramento, o art. 49 dessa resolução determina que os responsáveis pelos efluentes de qualquer fonte potencialmente ou efetivamente poluidora referidas nessa resolução deverão realizar o automonitoramento, com base em amostragem representativa dos mesmos, para controle e acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores, conforme a Portaria da Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Semace) n. 151/02. No entanto, não há menção sobre monitoramento específico para reúso. Essa portaria dispõe sobre normas técnicas e administrativas necessárias à execução e ao acompanhamento do automonitoramento apenas de efluentes líquidos industriais. Todavia, como não há regra definida específica para reúso, presume-se que as regras estabelecidas na portaria sejam aplicáveis também para reúso.

Já a Resolução Coema/CE n. 2/2017, que dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, regulamenta:

- Art. 5º. O empreendedor, no processo de licenciamento, informará ao órgão ambiental a qualidade do corpo receptor, seja hídrico seja solo, e

quando se tratar de licença de operação, a caracterização dos efluentes, conforme os parâmetros estabelecidos nesta Resolução.

- Art.44. O reúso externo de efluentes não sanitários deverá ocorrer mediante a apresentação de projeto ao órgão ambiental competente, o qual deverá contemplar: (I) caracterização dos efluentes a serem destinados ao reúso, contendo as substâncias químicas previstas na Seção II desta Norma; (II) testes de ecotoxicidade, no que couber; (III) informações sobre o processo de atividade da qual se originam; (IV) caracterização da modalidade de reúso; (V) laudo conclusivo, com ART de um profissional habilitado, atestando a viabilidade ambiental do reúso proposto; (VI) outros estudos que se façam necessários de acordo com o órgão ambiental competente.
- Art.45. Nos casos de efluentes concentrados devido a atividades de reúso, estes só poderão ser lançados no corpo receptor, obedecendo aos parâmetros estabelecidos na Seção II desta Resolução.
- Art.46. Nos casos de efluentes concentrados devido a atividades de reúso passarem por desidratação, o rejeito deverá ser tratado e disposto adequadamente conforme o estabelecido pelo órgão ambiental competente.
- Art.47. Nos casos de lançamento de efluentes concentrados devido a atividades de reúso em rede das operadoras de serviços de esgotos, será facultada a estas, em casos específicos, a alteração dos valores fixados no art. 24 do capítulo II da Seção III desta Resolução, com a anuência do órgão ambiental competente.
- Art.48. Quanto a outros usos não previstos nesta Resolução, deverão ser apresentados os projetos de reúso para aprovação prévia da Semace.

Ademais, vale salientar que a outorga de lançamento de efluentes é emitida pela Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) do estado do Ceará.

d) Outros estados e municípios

Conforme apresentado no item 4.2.2, principalmente no Quadro 4.6, existem outros normativos em âmbito estadual, como no caso do Rio de Janeiro, e em nível municipal, como em Campinas/SP, Porto Alegre/RS, Rio de Janeiro/RJ, Maringá/PR, Curitiba/PR e Goiânia/GO, que abordam o tema conservação, uso racional e reúso de

água em diversos aspectos. Contudo, de maneira geral, eles não apresentam diretrizes concretas para a efetiva implementação do uso racional e reúso de água, isto é, tratam o tema genericamente, por exemplo:

- Lei n. 12.474/2006 de Campinas/SP, a qual cria o Programa Municipal de Conservação, Uso Racional e Reutilização de água em edificações e dá outras providências. Porém, não apresenta mecanismos e requisitos necessários visando à implementação desse Programa; analogamente às Leis n. 10.506/2008 de Porto Alegre/RS, n. 9.970/2012 de Sorocaba/SP, Lei n. 8.080/2009 de Florianópolis/SC e o Decreto n. 19.086/2014 de São Bernardo do Campo, que também instituem Programas de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas.
- Lei n. 4.393/2004 do estado do Rio de Janeiro e Decreto n. 23.940/2004 do município do Rio de Janeiro, as quais tornam obrigatória a adoção de sistema de retardo ou reservatórios para captação de águas pluviais em empreendimentos habitacionais ou comerciais, sendo que a obrigatoriedade se dá somente por meio do pedido de "habite-se", no caso do decreto municipal.
- Lei n. 10.785/2003 de Curitiba/PR, que cria no referido município o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações (Purae), mas não indica formas ou mecanismos para subsidiar o programa, bem como sobre a questão da educação ambiental, também proposta por essa lei.

Pelo exposto, nota-se que somente os estados de São Paulo e do Ceará dispõem de diretrizes e critérios que oferecem suporte para implementação da prática de reúso de água, principalmente quando atribui explicitamente os órgãos envolvidos no processo de licenciamento e outorga. Tais regulações podem servir de apoio para desenvolvimento de uma resolução nacional.

Nos demais estados e municípios, apesar da existência de algumas leis e normativos, estes são genéricos, não proporcionando mecanismos efetivos para implementação dessa prática.

Cabe ressaltar que os normativos e as leis que tratam sobretudo do uso racional da água serão discutidos detalhadamente no Capítulo 6, adiante.

5.3 ANÁLISE CRÍTICA

Considerando o que foi discutido anteriormente, as competências do CNRH e os objetivos deste trabalho, pode-se citar:

- Podem-se desenvolver, no âmbito da Câmara Técnica de Integração de Procedimentos, Ações de Outorga e Ações Reguladoras (CTPOAR), procedimento e mecanismos para a inserção das outorgas relacionadas ao reúso de água no balanço hídrico da bacia hidrográfica. Entende-se que, com o emprego de indicadores que visam avaliar os índices de eficiência dos usos dos recursos hídricos no contexto do balanço hídrico da bacia hidrográfica, considerando também o reúso de água, obter-se-á um impacto positivo sobre a racionalização da água.
- A Câmara Técnica de Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos (CTCOB) do CNRH pode propor diretrizes e ações conjuntas para a integração e otimização de procedimentos entre as instituições responsáveis pela cobrança do uso de recursos hídricos. Ou seja, ela pode propor, especificamente para empreendimentos com projeto de reúso, redução de valor de uma das diversas variáveis empregadas nas metodologias de cobrança pelo uso da água dos Comitês de Bacia Hidrográfica, como as relacionadas aos objetivos específicos pela captação de água ou por boas práticas de uso – por exemplo, com o propósito de incentivar e educar sobre essa prática. De fato, segundo CH2M – Produto VI (2018), a Deliberação n. 61/2016, do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, aprovada pela Resolução n. 185/2016, entre outras coisas, dispõe sobre mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União. O valor de cobrança pelo uso de recursos hídricos nos usos industriais, de mineração e agroindustriais é menor quanto maior a adoção de boas práticas de uso e conservação da água, incluindo o reúso.
- A Resolução CNRH n. 54/2005 já estabelece que o produtor, o distribuidor e o usuário da água de reúso direto não potável deve passar por um processo de licenciamento ambiental. Contudo, esse procedimento integra as competências e atribuições do Conama (conforme Resolução n. 237/1997) e, conseqüentemente, do órgão ambiental estadual ou

municipal competente. No estados onde já existem legislações específicas para reúso (São Paulo e Ceará), essa questão encontra-se bem detalhada.

De qualquer modo, sugere-se que o CNRH se articule com o Conama e o MS (SVS) para a emissão de um ato normativo, ou em complementariedade às resoluções existentes, com critérios e diretrizes gerais para licenciamento e fiscalização de empreendimentos cujo intuito seja o reúso de água. Essa mesma observação também foi notada no projeto da empresa CH2M (INTERÁGUAS/MCidades/IICA). Tais critérios e diretrizes podem ser estruturados de acordo com os seguintes tópicos:

- Os licenciamentos de ETE devem ser adaptados para permitir o licenciamento de projetos de reúso não potável de água;
- O órgão de saúde competente, estadual ou municipal, seguindo os princípios classificatórios para o licenciamento de ETE, deve ser incluído na sistemática do processo licenciamento realizada pelo órgão ambiental;
- A licença de operação do projeto de reúso deve ser, obviamente, emitida ao produtor da água de reúso, com condicionantes aplicáveis ao distribuidor ou aos usuários;
- Os programas de monitoramento devem seguir as prerrogativas existentes para o licenciamento de ETE, sendo obrigatórios os requerimentos e conformidades específicas ao reúso de água;
- Os licenciamento de ETE podem ser segmentados por categorias visando à simplificação dos procedimentos administrativos, a saber: (i) ETE com vazão menor 20 m³/dia – ETE pequeno porte - procedimento simplificado; (ii) ETE com vazão de 20 m³ por dia e menos que 100 m³ por dia – ETE médio porte – procedimento padrão; (iii) ETEs que produzem mais 100 m³ por dia – ETE grande porte – procedimento mais criterioso com envolvimento direto do órgão de saúde (SVS).

Assim como é realizado pela EPA – Victoria (Austrália) e de certo modo no estado de SP, a vantagem desse sistema de divisão por escala de vazão é que pode vir a reduzir o ônus administrativo do governo, em razão da possibilidade de enfoque em casos mais particulares, que apresentem níveis de desafios maiores.

6. USO RACIONAL DA ÁGUA

Não resta dúvida sobre o papel fundamental da água para o desenvolvimento socioeconômico, pelo seu aspecto estruturante no passado, no presente e no futuro. E o seu uso racional é o ponto de discussão estratégico para garantir o desenvolvimento sustentável do planeta.

Alguns motivos para que se invista na eficiência ou uso racional da água são relacionados a seguir (Prosab, 2006):

- Apesar da grande disponibilidade bruta de recursos hídricos em algumas localidades do mundo, diversas regiões se encontram atualmente sob estresse hídrico. A escassez nesses casos pode ser de origem quantitativa, decorrente de períodos de maior escassez hídrica, ou de origem qualitativa, resultante, por exemplo, de modificações da qualidade da água pela poluição. Programas voltados para o incremento da eficiência no uso da água visam evidentemente à redução de vazões captadas e da poluição, contribuindo para a conservação da disponibilidade e das reservas estratégicas de recursos;
- No âmbito econômico, água é um importante fator de produção de grande importância em numerosos setores de atividade econômica. A racionalização do seu uso resulta em aumento de competitividade, por meio de redução de custos operacionais e da minimização dos encargos;
- Para as empresas concessionárias dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, um melhor aproveitamento das infraestruturas existentes e, conseqüentemente, sensíveis economias poderá ser atingido por meio da racionalização do uso da água. Considerando-se o desenvolvimento urbano, investimentos em obras poderão ser preservados ou postergados ao se evitar, nos casos possíveis, a necessidade de ampliação dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário;
- A conservação da água em escala residencial pode representar economia sensível de recursos financeiros, pela redução dos encargos devido à utilização da água e à produção de esgoto sanitário, sem que haja degradação da qualidade de vida;

- Do ponto de vista ambiental, a crescente conscientização da sociedade de que os recursos hídricos são finitos aumenta as exigências por sua conservação.

Dito isso, resumidamente, sabe-se que a maior parte da água doce do mundo é consumida na agricultura, a qual é responsável pela utilização de aproximadamente 70%. O consumo urbano está em segundo lugar, com 23%, e a indústria apresenta um consumo de água de cerca de 7%. Assim, ações que visam ao uso racional da água devem analisar inicialmente a modalidade que está na dianteira no consumo de água, isto é, a modalidade agrícola, principalmente devido a sua contínua expansão, mas não se deve deixar de levar em conta o desperdício no setor. Todavia, obviamente que o consumo de água nas diferentes regiões do planeta é muito diversificado e depende de uma série de fatores, que vão desde variáveis físicas e econômicas até comportamentais e culturais (NRC, 2012).

No Brasil, estima-se que o consumo de água seja de 67% para o setor agrícola, 11% para o abastecimento animal, 9,5% para o setor industrial e 9% para abastecimento urbano (ANA, 2017).

No que se refere ao consumo de água no meio urbano, pode-se subdividi-lo em residencial, não residencial (comercial + industrial de pequeno porte + público) e grandes consumidores (industrial de médio e grande portes) (SILVA, 2004 *apud* Prosab, 2006). Tanto o consumo residencial quanto o consumo não residencial apresentam variações proporcionais à flutuação populacional, acompanhando a expansão urbana. Por sua vez, os grandes consumidores industriais têm seu consumo de água intrinsecamente atrelado ao processo industrial, não havendo, nesse caso, relação direta com o crescimento demográfico ou a expansão urbana.

Nessa perspectiva, foram desenvolvidos no mundo e no Brasil alguns trabalhos, guias, normativos e leis visando ao uso racional da água, como foi citado anteriormente nos itens 4.1 e 4.2. Ademais, existem algumas referências nacionais que tratam exclusivamente sobre o tema e que servem como base para o desenvolvimento deste trabalho, conforme apresenta o Quadro 6.1.

Quadro 6.1: Principais publicações ou fontes de referências nacionais sobre o uso racional de água

Publicações/Fontes	Referências
Tecnologias de segregação e tratamento de esgotos domésticos na origem, visando à redução do consumo de água e da infra-estrutura de coleta, especialmente nas periferias urbanas	Prosab, 2006
Uso racional de água e energia - Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água	Prosab, 2009
Conservação e reúso de água: manual de orientações para o setor industrial	Fiesp, 2004
Manual de conservação e reúso de água na indústria	Firjan, 2006
Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA	MCidades
Programa de Uso Racional de Água (PURA)	Sabesp
Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (PROÁGUA)	ANA
Agricultura irrigada e o uso racional da água	ANA, 2004
Manual de conservação e reúso de água na agroindústria sucroenergética	ANA/Fiesp/Unica/CTC, 2009
Agricultura irrigada: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável	Embrapa, 2017
Conservação e reúso de água em edificações	Fiesp, 2005
O uso racional da água no setor industrial	CNI/Fiesp, 2017

Os programas de conservação de água compreendem ações que resultam em economia de água, incidindo não somente sobre os domicílios, indústrias ou a agricultura, mas também sobre todas as partes do sistema de abastecimento e os mananciais, por meio da criação de áreas de preservação e do combate à poluição na origem e ao desmatamento. Na prática, busca-se a racionalização do uso mediante técnicas e procedimentos que resultem na conservação do recurso, sem que haja comprometimento dos usos fundamentais que mantêm sustentabilidade nas áreas urbanas. Objetivamente, o uso racional de água atua de maneira sistêmica sobre a demanda e conservação de água, prevendo-se tanto a administração eficiente do que já há disponível quanto a ampliação de sua oferta de forma responsável e regulada.

A USEPA (2012) define a conservação de água como qualquer redução benéfica nas perdas de água, desperdício ou uso. Observa-se que os termos “perda”,

“desperdício” e “uso” podem ser compreendidos onde que as medidas de conservação devem ser instituídas.

O Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) do MCidades classifica as medidas de conservação e uso racional da água conforme mostrado no Quadro 6.2.

Quadro 6.2: Classificação das medidas de conservação e uso racional da água segundo PNCDA

Grupo	Tipo	Descrição
Função	Estrutural	Modifica as características tecnológicas do sistema mediante obras ou equipamentos com horizonte de eficácia à vida útil remanescente.
	Não estrutural	Atua sobre as condições de trabalho do sistema, sem alterar significativamente suas especificações anteriores, e são, de maneira geral, reversíveis ou temporárias.
Caráter	Ativa	Medidas passíveis de controle unilateral por parte dos agentes que promovem, sejam elas estruturais ou não.
	Passiva	Sua observância ou não independe do agente que a promove. É o caso das campanhas de educação, das estruturas tarifárias, etc.
Grupo de Interesse	Gestão da oferta	Refere-se à disponibilidade de água bruta e, conforme o caso, dos mananciais ou à oferta de água tratada no sistema de abastecimento.
	Gestão da demanda	Refere-se à demanda residencial estratificada em faixas ou à demanda não residencial, considerando separadamente os consumidores comerciais, industriais e institucionais, também estratificados.
Inserção no ciclo da água (local de incidência da ação)	Bacia hidrográfica	Tem objetivo ambiental de médio e longo prazos, cujos benefícios não são imediatamente realizáveis por cada usuário ou mesmo por cada sistema abrangido.
	Sistema de abastecimento	Motivadora interna dos prestadores de serviços, em função dos benefícios imediatos e tangíveis de sua aplicação. As reduções de perdas físicas e não físicas no sistema de produção e distribuição atendem ao duplo sentido de melhoria de eficiência no uso da água e maior rentabilidade do serviço.
	Sistema predial	Depende de uma convergência mais complexa de objetivos e motivações. O apelo da economia na conta de água é bastante limitado ante a baixa elasticidade de demanda de água em relação às várias condições sociais e culturais e em fase ao relativamente baixo valor da conta de água no conjunto das despesas domésticas correntes.

Fonte: Adaptado MCidades (2018)

Complementarmente, Oliveira e Gonçalves (*apud* Prosab, 2006) também abordam a classificação das ações conservacionistas por meio das seguintes proposições:

- Econômicas: Consistem na aplicação de incentivos ou de desincentivos econômicos. Os incentivos podem, por exemplo, constituir-se em diferentes formas de subsídio à aquisição e implantação de sistemas e de dispositivos economizadores de água. Os desincentivos podem ser

constituídos, por exemplo, por tarifas mais elevadas para os maiores consumos.

- Sociais: Têm como foco principal a conscientização dos usuários, por meio de campanhas educativas que buscam a adequação de procedimentos e modificações nos padrões de comportamento individual acerca do uso da água.
- Tecnológicas: São ações que interferem na infraestrutura, por exemplo, substituição de sistemas e dispositivos convencionais por outros economizadores de água, implantação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, detecção e correção de vazamentos e uso de fontes alternativas de água.

Para Fiesp (2005), as iniciativas de racionalização do uso e de reúso de água se constituem em elementos fundamentais para a ampliação da eficiência do uso da água, resultando em:

- aumento da disponibilidade para os demais usuários,
- flexibilização dos suprimentos existentes para outros fins,
- atendimento ao crescimento populacional,
- suporte à implantação de novas indústrias,
- preservação e conservação do meio ambiente.

Diante do exposto, pode-se citar o caso do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA), em Portugal, que teve a sua gênese em 2000/2001 e para o qual foi desenvolvido um conjunto de documentação de apoio técnico visando a sua implementação (Portugal, 2001). Desde o início do trabalho até o começo de sua implementação, em meados de 2010, percorreram-se nove anos aproximadamente, com os seguintes tópicos desenvolvidos (Portugal, 2012):

- Criação de manuais para aplicação do uso eficiente da água a diferentes setores e áreas (urbano, agrícola, industrial, pecuária e controle de perdas de água);
- Concepção de materiais para apoio a ações de sensibilização, informação e educação;
- Estruturação de um conjunto de ações de formação visando ao início do programa e elaboração dos materiais de apoio;

- Seleção de casos de demonstração e preparação dos correspondentes documentos de divulgação;
- Avaliação das necessidades e barreiras à implementação em documentos normativos e legislativos em vigor; entre outros;
- Criação de um Grupo de Trabalho Interministerial;
- Estabelecimento de linhas de orientação operacional para o processo de execução, definindo os objetivos específicos e as medidas específicas a serem adotadas para cada setor utilizador da água;
- Programação de execução material e financeira e a metodologia de trabalho a adotar para a sua execução, etc.

Tendo em vista a necessidade de atingir essas metas, estruturou-se um programa em quatro áreas programáticas, como se ilustra na Figura 6.1, entendidas como um conjunto de ações que correspondem à agregação de mecanismos afins para utilizá-los na implementação de um conjunto de medidas, a saber:

- Área Programática 1: Sensibilização, informação e educação;
- Área Programática 2: Documentação, formação e apoio técnico;
- Área Programática 3: Regulamentação técnica, rotulagem e normalização;
- Área Programática 4: Incentivos econômicos, financeiros e fiscais.

Para cada área programática foram definidas ações específicas, entendidas como um conjunto de tarefas selecionadas para aplicar um conjunto de medidas, podendo ter diferentes organismos responsáveis participantes na implementação e ser dirigidas a diferentes setores ou grupos de utilizadores. Ademais, para cada ação foram claramente definidos os responsáveis por sua implementação, os destinatários e o conjunto de medidas que devem ser promovidas no seu âmbito (Portugal, 2001).



Figura 6.1: Estrutura global do PNUEA

Fonte: Portugal (2001)

A partir desse cenário, nos itens seguintes aborda-se, estritamente, o uso racional de água nas diferentes categorias de uso: agrícola, industrial e doméstico. Salienta-se que os resultados obtidos dos principais projetos exitosos no Brasil e no mundo em relação à implementação de práticas do uso racional da água estão demonstrados no Capítulo 9, no qual também estão indicadas as técnicas e tecnologias aplicadas.

6.1 MODALIDADE DE USO AGRÍCOLA

No âmbito dos recursos hídricos derivados dos mananciais, a agricultura irrigada é considerada a usuária predominante. Entre os principais problemas encontrados na agricultura irrigada merecem destaque a baixa taxa de utilização de técnicas de manejo de irrigação, com desperdício de água e energia, e a utilização por um grande número de irrigantes de sistemas de produção e de tecnologias desenvolvidas para a agricultura de sequeiro. Outro grande equívoco é com relação à escolha do método e do sistema de irrigação (ANA, 2004; Texas, 2004).

Muitas vezes, o agricultor ou empresário, por desconhecimento ou por assessoria inadequada, faz a opção por um sistema de irrigação totalmente

incongruente para as suas condições ou para o tipo de cultura. Outro ponto a considerar é o projeto de irrigação em si e o dimensionamento do sistema e dos equipamentos de irrigação, que muitas vezes são feitos sem muito critério. Além desses problemas tecnológicos, existem outros entraves de ordem socioeconômica e até mesmo cultural.

A agricultura irrigada requer elevados investimentos em sistemas e equipamentos de irrigação e, independentemente do tamanho do estabelecimento, exige a utilização de alta tecnologia de produção. Dessa forma, cada vez mais a agricultura irrigada tende a buscar a racionalização do uso de água, o aumento da produtividade física, a melhoria da qualidade dos produtos, as estratégias de mercado, os aspectos relacionados à pós-colheita e comercialização, e a sustentabilidade dos sistemas do ponto de vista ambiental, econômico e social (ANA, 2004).

Atualmente, no Brasil, com o acirramento da competitividade pelo uso da água nos diversos setores e atividades e com a maior implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos introduzidos pela Lei n. 9.433/1997 e as correspondentes leis estaduais, tem-se tornado imperativo um maior grau de organização do setor agrícola, para se ajustar aos novos paradigmas e às exigências da sociedade com relação aos aspectos ambientais e de sustentabilidade.

Ademais, a captação de água para irrigação também passa pelo processo de outorga, prevista na Lei n. 9.433/1997, sendo um instrumento econômico de grande importância no âmbito da gestão das bacias hidrográficas.

Nesse contexto, em 2013, foi sancionada a Lei n. 12.787, que dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação e dá outras providências. Nela, em seu artigo art. 3º, destacam-se os seguintes princípios:

I - Uso e manejo sustentável dos solos e dos recursos hídricos destinados à irrigação;

II - Integração com as políticas setoriais de recursos hídricos, de meio ambiente, de energia, de saneamento ambiental, de crédito e seguro rural e seus respectivos planos, com prioridade para projetos cujas obras possibilitem o uso múltiplo dos recursos hídricos;

III - Articulação entre as ações em irrigação das diferentes instâncias e esferas de governo e entre estas e as ações do setor privado;

IV - Gestão democrática e participativa dos Projetos Públicos de Irrigação com infraestrutura de irrigação de uso comum, por meio de mecanismos a serem definidos em regulamento;

V - Prevenção de endemias rurais de veiculação hídrica.

Quanto aos objetivos, merecem destaque os seguintes incisos do art. 4º:

I - Incentivar a ampliação da área irrigada e o aumento da produtividade em bases ambientalmente sustentáveis;

II - Reduzir os riscos climáticos inerentes à atividade agropecuária, principalmente nas regiões sujeitas a baixa ou irregular distribuição de chuvas;

III - Promover o desenvolvimento local e regional, com prioridade para as regiões com baixos indicadores sociais e econômicos;

IV - Concorrer para o aumento da competitividade do agronegócio brasileiro e para a geração de emprego e renda;

VII - Incentivar projetos privados de irrigação, conforme definição em regulamento.

Algumas práticas do uso racional de água já são adotadas, outras começam a despontar neste momento de crise, em que há uma busca e investimento em pesquisa para o emprego de soluções tecnológicas como captação da água da chuva, reúso, redução da evaporação, aprimoramento de sistemas de irrigação para aumentar a eficiência e otimizar o uso da água, como o emprego de tensiômetros, a adoção do balanço hídrico, a implantação de irrigação noturna, etc. (Embrapa, 2017).

Outras técnicas, como o terraceamento, a rotação e sucessão de culturas, o plantio direto na palha e os sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta, não só são difundidos, mas incentivados junto aos produtores rurais, aumentando-se ganho e eficiência no uso dos recursos naturais. As boas práticas agropecuárias vêm se juntar a essas práticas garantindo não só uso racional dos recursos naturais, mas a produção de alimentos saudáveis com o mínimo de recursos e a máxima produtividade (Embrapa, 2017).

Para Garcia e Vieira Filho (2014), a agropecuária brasileira é uma atividade moderna e altamente dinâmica, que ocupa lugar de destaque como fonte de desenvolvimento e de estabilização da economia, contribuindo para a geração de emprego e renda, além de assumir papel central na garantia da segurança alimentar e redução da pobreza e da desigualdade no País. Todavia, essa atividade enfrenta

grandes desafios em relação ao desenvolvimento sustentável, porque, além de obedecer aos novos requisitos ecológicos de produção, é necessário atender à crescente demanda mundial por produtos agrícolas. Por isso, preparar a economia brasileira para as metas e os desafios impostos é uma estratégia de crescimento futuro, com impacto no crescimento das exportações de produtos agropecuários.

Acerca do uso racional de água na irrigação, o principal objetivo, obviamente, é reduzir os desperdícios de água, buscando-se alcançar a melhor produtividade física da cultura por unidade de área e unidade de água utilizada, levando-se em conta a sustentabilidade do sistema do ponto de vista econômico, social e ambiental. Abrange desde a captação da água até a sua aplicação nas culturas e no sistema de produção agrícola, incluindo:

- a escolha adequada do método e do sistema de irrigação;
- a concepção do projeto e o dimensionamento do sistema e dos equipamentos de irrigação;
- a redução das perdas de água na captação, armazenamento e distribuição;
- a eficiência da irrigação;
- o correto manejo da irrigação;
- suporte de sistemas de produção das culturas irrigadas que permitam otimizar o rendimento físico por unidade de área e unidade de água utilizada.⁶

Há, essencialmente, quatro fatores a serem considerados para a otimização do uso da água na agricultura, segundo Drugowich (2014):

- 1 - Tipo de sistema de irrigação adotado: sabe-se que os diferentes sistemas de irrigação possuem diferentes eficiências de aplicação de água no solo, conforme mostrado na Tabela 6.1:

Tabela 6.1: Eficiência de irrigação de acordo com o sistema de irrigação adotado

Tipo de sistema	Eficiência de Aplicação
Irrigação superficial (sulcos e inundação)	50%-60%
Irrigação por aspersão (convencional, pivô central, autopropeido)	65%-80%
Irrigação localizada (gotejamento e microaspersão)	90%-95%

Fonte: Drugowich (2014)

⁶ Adaptado de Texas (2004).

Na adoção do sistema de irrigação, a eficiência de aplicação é uma das variáveis que deve ser analisada, porém outras questões como culturas a serem irrigadas, sistema de cultivo, custo de implantação e operação do sistema também devem integrar a solução do problema. Nota-se pela tabela acima que a economia de água pode ser de 5% a 50% em função do sistema de irrigação adotado. Contudo, vale ressaltar que a troca de um modelo de sistema de irrigação representa um custo bastante significativo ao produtor.

- 2 - Tratos culturais praticados: algumas práticas culturais podem ser realizadas pelos produtores, a fim de reduzir a necessidade de água a ser aplicada na cultura para manter o patamar produtivo. A cobertura do solo, seja com cobertura morta vegetal (palhada do plantio direto), seja com materiais sintéticos para tal finalidade, como o mulching no cultivo de hortaliças, por cobrirem o solo e diminuírem a incidência de plantas invasoras, que também demandam água e nutrientes, vai interferir diretamente na redução da evaporação da água do solo, mantendo sua umidade e, conseqüentemente, reduzindo a necessidade de reposição dessa água via irrigação. O desenvolvimento de novas variedades que demandem menor quantidade de água ou capazes de utilizá-la com maior eficiência também deve ser buscado, haja vista os conflitos que têm se mostrado cada vez mais frequentes entre os setores.
- 3 - Projeto de irrigação e manutenção do sistema: contratação de profissionais capacitados para elaborar um projeto de irrigação é o primeiro passo para o sucesso dessa ferramenta; realizar as manutenções necessárias, consertando vazamentos, regulando o sistema e fazendo as manutenções nos sistemas de motobomba, vai resultar no desempenho máximo do sistema de irrigação e, conseqüentemente, na otimização da eficiência de aplicação de água na agricultura.
- 4 - Manejo da irrigação: este é o principal mecanismo de otimização do uso da água na agricultura. Responder às perguntas quando e quanto irrigar com precisão é fundamental para utilizar de forma consciente e eficiente esse insumo, essencial para manter o Brasil como potência agrícola. Esse, contudo, é o grande gargalo da irrigação brasileira, pois a

maioria expressiva dos irrigantes, mesmo possuidores de sistemas de irrigação modernos, não detêm um eficiente programa de manejo da irrigação em suas lavouras. Um sistema que fique ligado por um tempo menor do que o necessário ou que tenha sido ligado em momentos inoportunos acarretará redução no potencial produtivo das culturas. No caso ter sido ligado por mais tempo que o necessário, além dos gastos excessivos com energia elétrica e água, esse mau manejo da irrigação poderá carrear nutrientes (principalmente nitratos e fosfatos) e fórmulas químicas de defensivos agrícolas ao lençol freático, além de ocasionar o escoamento superficial e, conseqüentemente, o carreamento de solo aos cursos hídricos, representando danos ambientais.

Um fator de extrema importância que deve ser recordado é sobre um dos potencializadores para o uso racional e reúso de água, o *water-energy-food nexus*. De fato, considerando que a energia representa um forte componente nos custos da irrigação, estudos realizados pela Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) e pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) mostram que os custos de energia na irrigação por aspersão podem chegar a 35% do custo da irrigação. Assim, caso sejam utilizados equipamentos e sistemas considerados economizadores de energia, haverá um ganho energético (economia de energia) que resultará na redução do custo de produção (ANA, 2004).

Nesse sentido, o produtor não deve escolher o sistema de irrigação apenas pelo consumo de energia, mas sim selecionar um método que também promova o uso eficiente da água e seja adequado às condições que se observam na propriedade e às características das culturas que se deseja irrigar.

Além disso, com a inserção da água de reúso para a manutenção dessa demanda, o ciclo do uso de água e energia pode ser controlado, adicionado aos benefícios do emprego da água de reúso, podendo até ser conceituada como fertirrigação com água residuária.

No âmbito internacional, pode-se citar o PNUEA de Portugal, onde, como supradito, foram adotadas medidas relativas ao meio agrícola visando ao uso racional de água. Essas medidas foram subdivididas em:

(i) Medidas gerais, aplicáveis a todas as tipologias de irrigação, quer em projetos futuros quer na reabilitação/reconversão dos atuais sistemas. Incluem-se neste grupo medidas a aplicar em situações de carência hídrica;

(ii) Medidas ao nível dos sistemas de transporte e distribuição;

(iii) Medidas ao nível da irrigação por gravidade, que visam reparar os erros de projeto e de gestão desses sistemas no uso eficiente da água em irrigação;

(iv) Medidas ao nível da irrigação por aspersão, que visam solucionar os erros de projeto e de gestão destes sistemas no uso eficiente da água em irrigação;

(v) Medidas ao nível da irrigação localizada, que visam corrigir os erros de projeto e de gestão destes sistemas no uso eficiente da água em irrigação.

Dito isso, o Quadro 6.3 exhibe as medidas adotadas para cada um desses níveis.

Quadro 6.3: Classificação das medidas de conservação e uso racional da água na modalidade de uso agrícola segundo PNUEA

Níveis	Medidas
Medidas gerais	Medida 01: Melhoria da qualidade dos projetos
	Medida 02: Reconversão dos métodos de irrigação
	Medida 03: Adequação dos volumes de rega às necessidades hídricas das culturas - criação de sistemas de aviso de irrigação
	Medida 04: Adequação dos volumes de rega às necessidades hídricas das culturas - condução da irrigação
	Medida 05: Utilização de sistema tarifário adequado
	Medida 06: Redução da área irrigada
	Medida 07: Redução dos volumes de água para irrigação
Medidas dos sistemas de transporte e distribuição	Medida 08: Adequação dos procedimentos de operação de reservatórios
	Medida 09: Redução de perdas no transporte e na distribuição
	Medida 10: Adequação de procedimentos no transporte e na distribuição
	Medida 11: Adaptação de técnicas no transporte e na distribuição
Medidas da irrigação por gravidade	Medida 12: Reconversão dos processos de fornecimento de água aos sulcos, canteiros e faixas
	Medida 13: Adequação do dimensionamento de sistemas de irrigação por gravidade
	Medida 14: Adequação de procedimentos na irrigação por gravidade
Medidas da irrigação por aspersão	Medida 15: Adequação dos procedimentos na irrigação por aspersão: utilização de cortinas de vento
	Medida 16: Adequação dos procedimentos na irrigação por aspersão: controle do escoamento superficial e erosão
	Medida 17: Adequação dos procedimentos na irrigação por aspersão: irrigação em horário noturno
	Medida 18: Substituição do equipamento de aspersão fixa em regiões ventosas
	Medida 19: Adequação de utilização da aspersão com canhões semoventes
	Medida 20: Substituição ou adaptação de equipamentos de aspersão móvel
Medidas da irrigação localizada	Medida 21: Adequação dos procedimentos na irrigação localizada
	Medida 22: Substituição do equipamento de acordo com a textura do solo

Fonte: Portugal (2001).

Note-se que as medidas estão, em quase sua totalidade, associadas a ações para adequação de projetos, procedimentos e técnicas de irrigação. Isto é, são ações não estruturais ligadas a informação, orientação e educação dos atores envolvidos

em cada nível. De certo modo, tais medidas seguem as mesmas recomendações da Texas Water Development Board – Report 362 (Texas, 2004).

6.2 MODALIDADE DE USO INDUSTRIAL

O setor industrial, desde o avanço das leis ambientais e com a melhoria da competitividade, vem aprimorando seus processos e desenvolvendo sistemas de gestão ambiental para atender às especificações do mercado.

Dependendo da disponibilidade hídrica, além de iniciativas para a redução do consumo de água, a produção industrial fica condicionada à análise das seguintes opções, que não são necessariamente excludentes:

- Utilização de água dos sistemas públicos de distribuição ou dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;
- Aquisição de água de reúso, produzida por companhias de saneamento ou por terceiros, por meio de tratamento complementar de seus efluentes secundários;
- Reutilização, na medida do possível, de seus próprios efluentes, após tratamento adequado.⁷

Esta última opção costuma ser mais atrativa, com custos de implantação e de operação inferiores aos associados à captação e ao tratamento de águas de mananciais ou à compra de água oferecida por empresas de saneamento, tanto de sistemas potáveis como de sistemas de água de reúso (Firjan, 2006).

É importante realçar que as empresas de grande porte já estão implantando tais práticas, pois dispõem de condições técnicas e financeiras para tanto. As micro e pequenas empresas, entretanto, necessitam de apoio e orientação para adotarem tais sistemas em suas unidades produtivas (Fiesp, 2004).

Assim, atualmente as indústrias vem buscando implantar Planos ou Programas de Conservação e Reúso de Água (PCRA), o qual é composto por um conjunto de ações específicas de racionalização do uso da água na unidade industrial, que devem ser detalhadas a partir da realização de uma análise de demanda e oferta de água, em função dos usuários e atividades consumidoras, com base na viabilidade

⁷ Fonte: Texas (2004).

técnica e econômica de implantação das mesmas e considerando os aspectos legais e institucionais, evidentemente.

A implantação de PCRA pelo setor industrial reverte-se em benefícios econômicos que permitem aumentar a eficiência produtiva, tendo como consequência direta a redução tanto do consumo de água quanto do volume de efluentes gerados, e como consequências indiretas a redução do consumo de energia, de produtos químicos, a otimização de processos e a redução de despesas com manutenção.

Ações dessa natureza têm reflexos diretos e potenciais na imagem das empresas, demonstrando a crescente conscientização do setor com relação à preservação ambiental e responsabilidade social, bem como sobre o aumento da competitividade empresarial, em função dos seguintes fatores:

- Aumento do valor agregado dos produtos;
- Redução dos custos relativos aos sistemas de captação, abastecimento, tratamento, operação e distribuição de água, o mesmo valendo para os efluentes gerados; refletindo de forma direta nos custos de produção e reduzindo custos relativos à cobrança pelo uso da água;
- Redução de custos de manutenção corretiva, uma vez que a implantação de um sistema de gestão da água implica o estabelecimento de rotinas de manutenção preventiva.

Por outro lado, para a obtenção dos máximos benefícios, um PCRA deve ser implementado a partir de uma análise sistêmica das atividades nas quais a água é utilizada e naquelas em que ocorre a geração de efluentes, com intuito de otimizar o consumo e minimizar a geração de efluentes. As ações devem cumprir uma sequência lógica, com atuação inicial na demanda de água e, em seguida, na oferta, destacando-se a avaliação do potencial de reúso de efluentes em substituição às fontes tradicionais de abastecimento.

Embora qualquer iniciativa que busque o melhor aproveitamento dos recursos naturais, entre os quais a água, deva ser priorizada, é importante realçar que cada caso requer uma análise específica, realizada por profissionais devidamente capacitados, para garantia dos resultados técnicos, econômicos e ambientais da implantação de programas dessa natureza e para preservar a saúde dos usuários, o desempenho dos processos, a vida útil dos equipamentos e o meio ambiente (Fiesp, 2004).

As etapas para implantação de um PCRA podem ser assim representadas, simplificadamente (Figura 6.2).

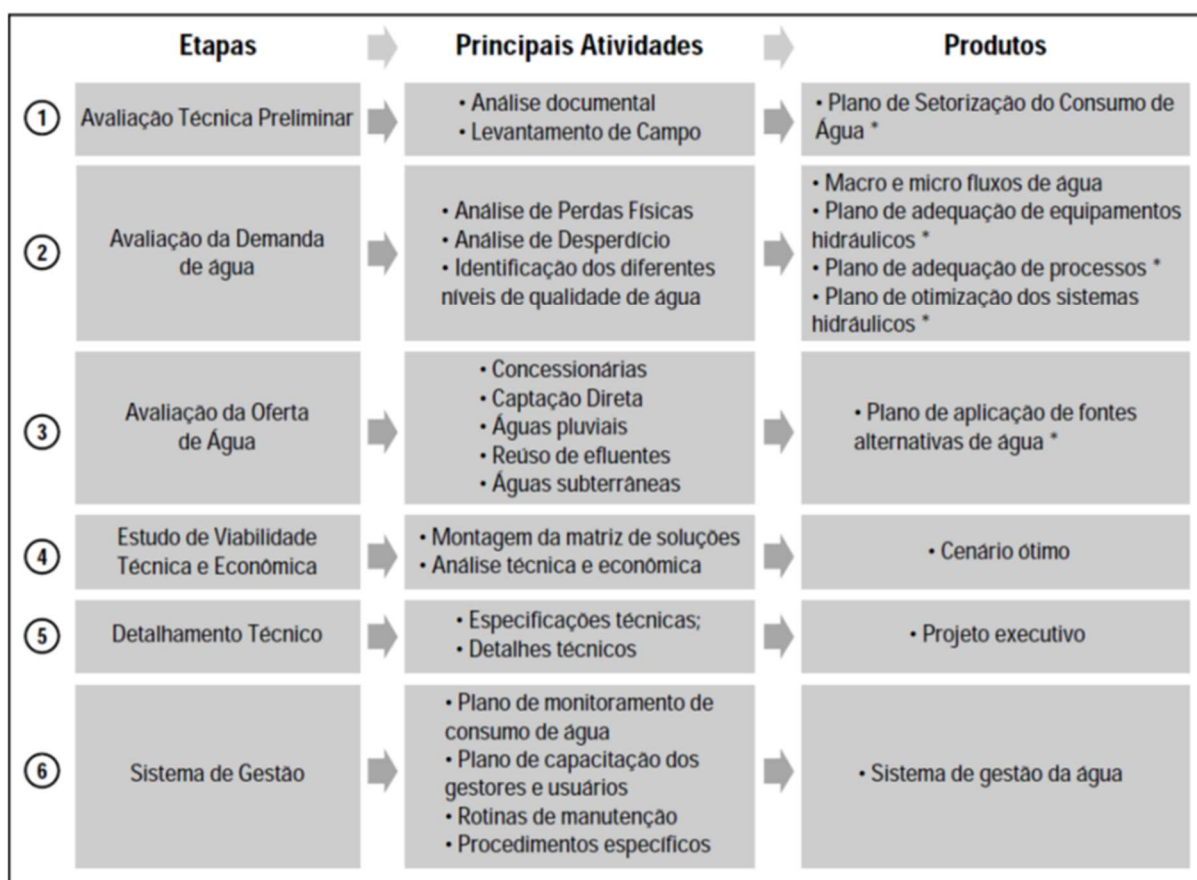


Figura 6.2: Etapas de Implantação de um PCRA

Fonte: Fiesp (2004)

Observa-se que, para implantação de um PCRA e, conseqüentemente, para a viabilidade das soluções tecnológicas, devem ser considerados os aspectos relativos à gestão da água e à operacionalidade e funcionalidade do sistema. Além das questões tecnológicas, existem as questões comportamentais, que devem ser acompanhadas. Constantes treinamentos e reciclagem profissional proporcionam que a equipe engajada na gestão da água esteja constantemente atualizada. Em contrapartida, há necessidade de conscientizar os demais funcionários que de alguma forma têm contato com a água, pois, além de refletirem seu comportamento no uso adequado da água, poderão externar os conceitos obtidos à comunidade circunvizinha à unidade industrial, auxiliando e adicionando valores à indústria no que diz respeito à responsabilidade social.

Cabe ainda frisar que a adoção de uma política ambiental apropriada, na qual se insira um Sistema de Gestão da Água, se tornará cada vez mais um fator decisivo

na competitividade entre as indústrias, principalmente as do mesmo segmento, podendo inclusive interferir na escolha de um produto pelos consumidores finais.

Desse modo, é recomendado que o setor industrial adote uma postura de conformidade ambiental, dedicando especial atenção a um insumo vital como a água, com a consciência adequada da necessidade de sua utilização de forma racional em termos quantitativos e qualitativos.

Outrossim, devido às peculiaridades dos tipos de indústrias e dos processos industriais existentes, as maneiras mais eficazes para o emprego de técnicas e tecnologias do uso racional e reúso de água são particulares. Isso significa que, a partir da implantação de um PCRA, cada indústria é capaz de avaliar a melhor forma para conservação da água. Trata-se, portanto, de uma modalidade em que o uso racional e reúso de água são autorregulamentados.

De qualquer modo, segundo o PNUEA, de Portugal, como citado anteriormente, trabalhou com medidas relativas ao uso de água na indústria reunidas nos seguintes níveis:

- (i) de aplicação geral, aplicáveis em qualquer unidade industrial;
- (ii) aplicáveis ao processo fabril, constituindo medidas-tipo a ajustar a cada caso específico;
- (iii) aplicáveis aos sistemas de transferência de calor, constituindo medidas-tipo a aplicar a sistemas de arrefecimento e de aquecimento industrial;
- (iv) relativas à limpeza de instalações e de equipamentos, igualmente sob a forma de medidas-tipo;
- (v) aplicáveis aos usos de água nas unidades industriais, para fins similares aos urbanos.

Nesse contexto, o Quadro 6.4 expõe as medidas adotadas para cada um desses níveis.

Quadro 6.4: Classificação das medidas de conservação e uso racional da água na modalidade de uso industrial de acordo com PNUEA

Níveis	Medidas
Medidas gerais	Medida 01: Adequação de procedimentos de utilização de água na unidade industrial
	Medida 02: Otimização da utilização da água na unidade industrial
	Medida 03: Redução de perdas de água na unidade industrial
Medidas do processo fabril	Medida 04: Utilização de águas residuais do processo fabril
	Medida 05: Substituição ou adaptação do processo fabril
	Medida 06: Recirculação de água no processo fabril
Medidas dos sistemas de transferência de calor	Medida 07: Recirculação de água no sistema de arrefecimento industrial
	Medida 08: Utilização de água de outros processos no sistema de arrefecimento industrial
	Medida 09: Adequação de procedimentos na irrigação por gravidade
	Medida 10: Utilização para outros fins de água do sistema de arrefecimento industrial
	Medida 11: Utilização de água de outros processos no sistema de aquecimento industrial
	Medida 12: Utilização de água de condensado para outros fins
Medidas da limpeza de instalações e de equipamentos	Medida 13: Adequação de procedimentos na gestão de resíduos
	Medida 14: Utilização de equipamento para a limpeza a seco das instalações
	Medida 15: Utilização de dispositivos portáteis de água sob pressão
	Medida 16: Reutilização ou uso de água de qualidade inferior
Medidas dos usos similares aos urbanos	Medida 17: Similares ao uso urbano, aplicáveis as torneiras; chuveiros; bacia sanitárias; máquinas de lavar roupa; máquinas de lavar louça; limpeza de pátios, passeios e estacionamento; lavagem de veículos; e rega de jardins e afins

Fonte: Portugal (2001).

Percebe-se que grande parte das medidas adotadas é relativa a ações de conscientização dos atores envolvidos, além da utilização de equipamentos ou procedimentos adequados que visam ao uso racional da água na indústria, sendo que todas essas medidas poderão ser elencadas com um PCRA.

6.3 MODALIDADE DE USO DOMÉSTICO

O consumo doméstico de água inclui tanto o uso interno quanto o uso externo às residências. As atividades de limpeza e higiene são as principais responsáveis pelo

uso interno, enquanto o externo deve-se à irrigação de jardins, lavagem de áreas externas, lavagem de veículos, piscinas, entre outros.

De acordo com Terpstra (*apud* Prosab, 2006), os usos da água dentro de uma residência podem ser separados em quatro categorias:

- Higiene pessoal;
- Descarga de banheiros;
- Consumo;
- Limpeza.

De acordo com essa classificação, a água destinada ao consumo humano pode ter dois fins distintos:

- Usos potáveis - higiene pessoal, para beber e na preparação de alimentos, que exigem água de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação.
- Usos não potáveis - lavagem de roupas, carros, calçadas, irrigação de jardins, descarga de vasos sanitários, piscinas, etc.

Salienta-se que esses usos podem prever a utilização de água de reúso, independente do sistema público de abastecimento de água.

Estudos realizados no Brasil e no exterior mostram que em uma residência os pontos de maior consumo de água são a descarga dos vasos sanitários e o banho, atingindo mais da metade do consumo de água nas residências (em torno de 55%). Isso justifica a necessidade de se investir esforços e recursos em pesquisas sobre práticas de uso racional nesse ambiente.

Em média, 40% do total de água consumida em uma residência é destinado aos usos não potáveis. Dessa forma, estabelecendo, por exemplo, um modelo de abastecimento de rede dupla de água – sendo uma rede de água potável e outra de água de reúso –, a conservação da água, em razão da redução do consumo de água potável, seria garantida.

É importante enfatizar que se estima que cerca de 40% do volume total de água produzido é perdido, por perdas de água reais e aparentes, nos sistemas públicos de abastecimento no Brasil (Programa de Modernização do Setor de Saneamento – PMSS). Além disso, existe a questão do desperdício, o qual é caracterizado pelo uso de quantidades de água além do requisito necessário para um determinado fim (exemplo: banhos prolongados).

Assim, quando se pensa em uso racional da água no ambiente doméstico, devem-se analisar tecnologias adequadas que visem à redução do consumo, das perdas e ao uso mais eficiente das águas. Também devem-se estimular as mudanças de comportamento dos usuários e do prestador de serviço, bem como a aplicação de tarifas que provocam a contenção do consumo.

O PNCDa do MCidades considera a gestão da demanda residencial e não residencial de água como: “toda e qualquer medida voltada a reduzir o consumo final dos usuários do sistema, sem prejuízo dos atributos de higiene e conforto dos sistemas originais”. As mudanças de hábitos são esperadas a partir das ações de educação ambiental e por meio dos estímulos forçados pela política tarifária.

No que se refere à adoção de aparelhos economizadores de água, o mesmo PNCDa considera duas situações: a adoção autoestimulada e a externamente incentivada, por meio de subsídios à substituição.

Associado a esse importante volume de água perdido ao longo das atividades de captação, tratamento, transporte e distribuição, encontra-se novamente o terceiro potencializador que leva a fazer o uso racional e o reúso de água, o *water-energy-food nexus*.

Dados da Alliance to Save Energy (ASE, 2007) revelam que de 2% a 3% do consumo de energia do mundo ocorram em sistemas urbanos de abastecimento de água, sendo o bombeamento de água responsável por cerca de 90% a 95% do total. Destarte, a energia necessária para transportar a água através dos sistemas de abastecimento faz com que cada litro de água consumido também represente um consumo específico de energia.

Nesse contexto, ações que visam ao uso racional de água no setor doméstico passam também pela adoção de PCRA adaptado especificamente para o setor. A Figura 6.3 ilustra a metodologia para a implementação de um PCRA, com ênfase na gestão da demanda em edificações existentes, conforme a Fiesp (2005).



Figura 6.3: Exemplo de metodologia para a implementação de um PCRA em edificações existentes

Fonte: Fiesp (2005)

Observa-se que a metodologia para implementação de PCRA em edificações existentes está estruturada, principalmente, em três etapas:

- Auditoria e diagnóstico do consumo de água;
- Definição e execução do plano de intervenção;
- Implementação de um sistema de gestão de água.

Caso a edificação não disponha de medição de consumo da água ou seja necessário setorizar a medição existente, deve-se inicialmente planejar a implementação da setorização do consumo da água.

Entre os programas de conservação da água existentes, pode-se citar a Lei n. 10.785/2003 do município de Curitiba/PR, que cria o Purae, prevendo adoção de medidas que visam induzir a conservação da água mediante o uso racional e fontes alternativas de abastecimento de água nas novas edificações; o Programa de Uso Racional da Água (Pura) da Sabesp, no estado de São Paulo, cuja política de incentivo ao uso racional da água constitui-se em ações tecnológicas e mudanças culturais; e o Projeto COM+ÁGUA, desenvolvido por intermédio do PMSS, no âmbito do Programa INTERÁGUAS; resultado do Acordo de Empréstimo firmado entre Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) e o Governo Brasileiro por meio do MCidades visando o gerenciamento integrado do controle e redução das perdas de água e do uso de energia elétrica em sistema de abastecimento de água, propondo uma gestão integrada e participativa com mobilização social interna e externa.

A seguir, apresentam-se as principais diretrizes e procedimentos adotados por esses programas.

a) Purae

A Lei n. 10.785/2003 do município de Curitiba, em seu art. 5º, cita que nas ações de conservação, uso racional e de conservação da água nas edificações, serão utilizados aparelhos e dispositivos economizadores de água, tais como:

- Bacias sanitárias de volume reduzido de descarga;
- Chuveiros e lavatórios de volumes fixos de descarga;
- Torneiras dotadas de arejadores.

No parágrafo único desse artigo institui-se que nas edificações em condomínio, além dos dispositivos previstos nas alíneas, serão também instalados hidrômetros para medição individualizada do volume de água gasto por unidade.

Já o art. 6º trata das ações de utilização de fontes alternativas, que compreendem:

- I - captação, armazenamento e utilização de água proveniente das chuvas;
- II - captação, armazenamento e utilização de águas servidas.

No art. 7º, define-se que a água das chuvas será captada na cobertura das edificações e encaminhada a uma cisterna ou tanque, para ser utilizada em atividades que não requeiram o uso de água tratada, proveniente da rede pública de abastecimento, tais como:

- rega de jardins e hortas,
- lavagem de roupa;
- lavagem de veículos;
- lavagem de vidros, calçadas e pisos.

O art. 8º expressa que as águas servidas, que são águas utilizadas no tanque ou máquina de lavar e no chuveiro ou banheira, serão direcionadas, através de encanamento próprio, a reservatório destinado a abastecer as descargas dos vasos sanitários e, apenas após tal utilização, será descarregada na rede pública de esgotos.

Por fim, em relação à educação ambiental, o art. 9º estabelece o combate ao desperdício quantitativo de água, compreende ações voltadas à conscientização da população por meio de campanhas educativas, abordagem do tema nas aulas ministradas nas escolas integrantes da rede pública municipal e palestras, entre outras, versando sobre o uso abusivo da água, métodos de conservação e uso racional.

Como forma de exigência, o art. 10º estabelece que o não cumprimento das disposições da presente lei implica a negativa de concessão do alvará de construção para as novas edificações.

b) Pura - Sabesp

Desde 1995, o Pura vem sendo implementado pela Sabesp, no estado de São Paulo, em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Numa primeira fase, foi montada a estrutura e, depois, foram desenvolvidos os projetos-pilotos para criação da metodologia de ação, em hospitais, escolas estaduais, cozinhas industriais, prédios comerciais e condomínios, entre outros. As soluções para a diminuição do consumo de água são compostas de diversas ações, como detecção e reparo de vazamentos, campanhas educativas, troca de equipamentos convencionais por equipamentos economizadores de água e estudos para reaproveitamento de água.

O principal objetivo do Pura é garantir o fornecimento de água e a qualidade de vida da população. Seus objetivos específicos são:

- Conscientizar a população da questão ambiental visando a mudanças de hábitos;
- Prorrogar a vida útil dos mananciais existentes de modo a garantir a curto e médio prazo o fornecimento da água necessária à população;
- Reduzir os custos do tratamento de esgoto ao diminuir os volumes de esgotos lançados na rede pública;
- Implementar leis, regulamentos e normas para a utilização racional da água e uso dos equipamentos economizadores em prédios de órgãos públicos;
- Implementar normas sobre o desenvolvimento tecnológico e padronização de equipamentos economizadores de água;
- Diminuir o consumo de energia elétrica e outros insumo;
- Mudar projetos de instalações prediais de água fria e quente, de parâmetros hidráulicos e de código de obra;
- Introduzir o tema no currículo das escolas das redes de ensino estadual e municipal de São Paulo, por meio de programas específicos.

c) Projeto COM+ÁGUA

O projeto COM+ÁGUA tem o propósito de consolidação de uma metodologia eficaz de gerenciamento de perdas, capaz de produzir efeito demonstrativo para os prestadores de serviços brasileiros. Além de cumprir os seguintes objetivos:

- Modernização institucional visando a redução de perdas reais e aparentes de água, o uso eficiente de energia elétrica, a cobrança justa e adequada de tarifas, o desenvolvimento gerencial e o aumento da capacidade de investimento;
- Institucionalização de atividades rotineiras relacionadas ao gerenciamento das perdas, tanto de água como de energia elétrica, no âmbito dos processos operativos dos sistemas de abastecimento de água;
- Aumento da capacidade de desenvolvimento de projetos e do gerenciamento energético;
- Desenvolvimento da capacidade de mobilização e comunicação interna e externa visando dar sustentabilidade, governabilidade e perenidade aos programas implantados;

- Estímulo ao intercâmbio e replicação de experiências bem-sucedidas; e
- Contribuição para a universalização dos serviços de saneamento ambiental, com benefícios adicionais para o meio ambiente e a saúde.

Esse projeto busca apropriar-se da moderna experiência nacional e internacional, para a melhoria da eficiência operacional dos sistemas de abastecimento, notadamente do corpo metodológico voltado para o combate às perdas de água desenvolvido por pesquisadores da IWA, numa tentativa de internalizar e amplificar essas experiências no Brasil.

Para tanto, foram desenvolvidos nove subprojetos, de forma a facilitar a operacionalização, a agregação de pessoas e a distribuição de tarefas, a saber:

- Macromedição e automação;
- Sistema cadastral técnico e modelagem hidráulica;
- Controle e redução de perdas reais;
- Gestão do uso da energia;
- Controle e redução de perdas aparentes;
- Sistema de planejamento;
- Instâncias participativas;
- Comunicação social;
- Educação e cultura.⁸

Por fim, no âmbito internacional, assim como para as outras categorias, o PNUEA de Portugal trabalhou com medidas relativas ao uso racional da água no meio urbano. Essas medidas foram agrupadas nos seguintes níveis:

- (i) Sistemas públicos;
- (ii) Sistemas prediais e instalações coletivas;
- (iii) Dispositivos em instalações residenciais, coletivas e similares;
- (iv) Usos externos.

Dito isso, o Quadro 6.5 exhibe as medidas adotadas para cada um desses níveis.

⁸ Fonte: <<http://www.pmss.gov.br/index.php/projeto-com-agua/>>. Acesso em: mai. 2018.

Quadro 6.5: Classificação das medidas de conservação e uso racional da água na modalidade de uso doméstico segundo PNUEA (*continua*)

Níveis	Medidas
Sistemas públicos	Medida 01: Otimização de procedimentos e oportunidades para uso eficiente da água
	Medida 02: Redução de pressões no sistema público de abastecimento
	Medida 03: Utilização de sistema tarifário adequado
	Medida 04: Utilização de águas residuárias urbanas tratadas
	Medida 05: Redução de perdas de água no sistema público de abastecimento
Sistemas prediais e instalações coletivas	Medida 06: Redução de pressões no sistema predial de abastecimento
	Medida 07: Isolamento térmico do sistema de distribuição de água quente
	Medida 08: Reutilização ou uso de água de qualidade inferior
	Medida 09: Redução de perdas de água no sistema predial de abastecimento
Dispositivos em instalações residenciais, coletivas e similares	Medida 10: Adequação da utilização de autoclismos (caixa acoplada à bacia sanitária)
	Medida 11: Substituição ou adaptação de autoclismos (caixa acoplada à bacia sanitária)
	Medida 12: Utilização de bacias sanitárias sem uso de água
	Medida 13: Utilização de bacias sanitárias por vácuo
	Medida 14: Adequação da utilização de chuveiros
	Medida 15: Substituição ou adaptação de chuveiros
	Medida 16: Adequação da utilização de torneiras
	Medida 17: Substituição ou adaptação de torneiras
	Medida 18: Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar roupa
	Medida 19: Substituição de máquinas de lavar roupa
	Medida 20: Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar louça
	Medida 21: Substituição de máquinas de lavar louça
	Medida 22: Adequação da utilização de mictórios
	Medida 23: Adaptação da utilização de mictórios
	Medida 24: Substituição de mictórios
	Medida 25: Redução de perdas e consumos em sistemas de aquecimento e refrigeração de ar

Quadro 6.5: Classificação das medidas de conservação e uso racional da água na modalidade de uso Doméstico segundo PNUEA (*conclusão*)

Níveis	Medidas
Usos externos	Medida 26: Adequação de procedimentos na lavagem de pavimentos
	Medida 27: Utilização de limpeza a seco de pavimentos
	Medida 28: Utilização de água residuária tratada na lavagem de pavimentos
	Medida 29: Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento na lavagem de pavimentos
	Medida 30: Adequação de procedimentos na lavagem de veículos
	Medida 31: Utilização de dispositivos portáteis de água sob pressão na lavagem de veículos
	Medida 32: Recirculação de água nas estações de lavagem de veículos
	Medida 33: Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento na lavagem de veículos
	Medida 34: Adequação da gestão da rega em jardins e similares
	Medida 35: Adequação da gestão do solo em jardins e similares
	Medida 36: Adequação da gestão das espécies plantadas em jardins e similares
	Medida 37: Substituição ou adaptação de tecnologias de rega em jardins e similares
	Medida 38: Utilização de água da chuva em jardins e similares
	Medida 39: Utilização de água residuária tratada em jardins e similares
	Medida 40: Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento em jardins e similares
	Medida 41: Adequação de procedimentos em piscinas
	Medida 42: Recirculação da água em piscinas, lagos e espelhos de água
	Medida 43: Redução de perdas em piscinas, lagos e espelhos de água
	Medida 44: Redução de perdas por evaporação em piscinas
	Medida 45: Utilização de água da chuva em lagos e espelhos de água
	Medida 46: Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento em piscinas, lagos e espelhos de água
	Medida 47: Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio
	Medida 48: Utilização de água da chuva em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio
	Medida 49: Utilização de água residuária tratada em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio
	Medida 50: Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio

Fonte: Portugal (2001).

Ao examinar as informações do quadro, nota-se que a maioria das medidas estão relacionadas a ações não estruturais, fundamentalmente quanto à sensibilização, informação, educação e capacitação dos atores envolvidos de cada nível. Outras são de cunho regulatório ou normativo em relação aos equipamentos e dispositivos empregados e no tocante a incentivos como a substituição ou adaptação de tecnologias, conforme indicado também pela EEA (1999) e North Carolina Department of Environment and Natural Resources (1998).

6.4 ANÁLISE CRÍTICA

Segundo os objetivos deste relatório, considerando as competências do CNRH e o que foi tratado neste capítulo, aponta-se que o desenvolvimento de políticas públicas relacionadas ao uso racional da água passa, obrigatoriamente, pela criação de um programa de conservação e uso racional de água, analogamente ao que foi desenvolvido no estado de São Paulo por meio do Pura, da Sabesp; em Curitiba mediante o Purae (Lei municipal n. 10.785/2003), ou em Portugal, por meio do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA).

Essa política então deve ser elaborada com envolvimento de diversos setores do país, como o industrial, o da agropecuária, de serviços de saneamento, a população em geral, etc. Isso se faz necessário porque é importante que seja realizado um diagnóstico refinado dos usos da água, podendo utilizar como base, por exemplo, os Atlas desenvolvidos pela ANA, que analisa constantemente os usos da água nos setores abastecimento público, hidroeletricidade, industrial, de irrigação e outros usos.

De posse desses dados, deve-se criar um programa nacional de conservação e uso racional de água que contenha metas em um plano estratégico de curto, médio e longo prazos, com objetivo principal de instituir medidas que induzam à conservação, ao uso racional e à utilização de fontes alternativas de água, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água, nas principais modalidades de uso, assim como realizado pelo PNUEA.

Esse programa deve trabalhar no campo de aparelhos e sistemas que visam à economia de água (como atua o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat do MCidades); captação e reaproveitamento de águas de chuva; adoção

de procedimentos para o controle de vazamentos da rede hidráulica (como trabalha o Programa de Modernização do Setor Saneamento do MCidades); monitoramento de indicadores e metas de consumo de água; sensibilização dos servidores, funcionários e usuários para a adoção de práticas racionais de uso da água; uso e manejo sustentável dos solos e dos recursos hídricos destinados à irrigação (como preconiza um dos princípios da Política Nacional de Irrigação - Lei n. 12.787/2013), entre outros.

A complexidade para instituição de um ato normativo quanto ao uso racional de água implica, portanto, um envolvimento interministerial, como MCidades, MMA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), ANA, Ministério da Integração Nacional (MI) e MCTIC, entre outros órgãos e entidades (Embrapa, Confederação Nacional das Indústrias – CNI, Fiesp, etc.), visando abordar as principais modalidades de uso da água. No caso da modalidade agrícola, a Lei n. 12.787/2013, que dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação, já determina diversas ações a respeito desse tema. Para a modalidade industrial, existem projetos no âmbito de grandes instituições como Fiesp, CNI, Sinduscon, ANA, que podem servir de pilar para criação desse ato normativo, por exemplo, dispondo de um Programa Nacional de Conservação e Uso Racional da Água.

É importante ressaltar que o projeto da empresa CH2M (INTERÁGUAS/MCidades/IICA) não aborda essa temática, indicando mais uma complementariedade deste projeto em face ao da CH2M; e que, para o caso do PNUEA, em Portugal, devido a sua complexidade, somente para a fase de articulação e desenvolvimento governamental e institucional visando à elaboração de documentos de apoio técnico para sua implementação, foram necessários aproximadamente nove anos.

Por fim, o CNRH, de acordo suas competências, pode:

- Propor e analisar, tendo como base a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei n. 9.795/1999) e por meio da Câmara Técnica de Educação, Capacitação, Mobilização Social e Informação em Recursos Hídricos (CTEM), mecanismos de difusão da Política Nacional de Recursos Hídricos especificamente relacionada à conscientização pública sobre a importância e os benefícios do uso racional, entre outros aspectos, similarmente aos manuais da Fiesp (Fiesp, 2004), da Firjan (Firjan, 2006)

e da ANA (ANA/Fiesp/Unica/CTC, 2009) para setor industrial e da ANA (ANA, 2004) para setor agrícola, por exemplo.

- Fomentar e articular junto ao MMA e MCidades, entre outros, por meio moção, a criação de um Grupo de Trabalho visando ao desenvolvimento de ato normativo sobre programa nacional de conservação e uso racional da água.

7. LACUNAS E DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO USO RACIONAL E REÚSO DE ÁGUA

Durante o processo para institucionalização e implementação de políticas públicas visando a ações de uso racional e reúso de água no Brasil e no mundo perceberam-se (ainda ocorrem) algumas lacunas e desafios que devem ser superados, como estão descritos nos itens a seguir.

7.1 CONTEXTO INTERNACIONAL

Um dos maiores problemas que afetam os países, especialmente aqueles em desenvolvimento, refere-se a perdas de água no sistema de tratamento, abastecimento e distribuição. Não existem sistemas perfeitos, em que não exista diferença entre o captado e o distribuído. Estima-se que as perdas de água em países em desenvolvimento sejam de aproximadamente 50% (Fernandez Cirelli-Mortier, 2005 *apud* Espinoza *et al.*, 2016).

Nas Américas existem apenas seis países que têm normativas referentes ao reúso de águas residuárias, o que representa 25% dos países da América. São eles: Estados Unidos (EPA 1991 e 2012), Chile (NCh1333), México (NOM-003 1997), Brasil (ABNT 1997 e CNRH resoluções 54/2005 e 121/2010, entre outras estaduais e municipais), Colômbia (RN 1207, 2014) e Costa Rica (Decreto n. 33.601).

A EPA vem elaborando guias para o reúso de água que são referências em países como México e Chile. Por sua vez, Colômbia e Costa Rica têm se baseado em casos e estudos realizados em seus territórios para avançarem na elaboração de seus normativas de reúso de águas residuárias.

Ademais, desde 1973 a OMS vem trabalhando com o desenvolvimento de guias para o uso seguro das águas residuárias. Essas publicações servem de referência para países que não possuem legislações específicas sobre reúso, como o Peru.

De modo geral, entre as principais lacunas a serem solucionadas para implementação do uso racional e reúso de água na América Latina, podem-se citar:

- “Reúso” agrícola sem tratamento: o reúso de água para irrigação agrícola já é amplamente usado ao redor do mundo. Entretanto ocorre de forma irregular. A OMS estimou que no mundo existem cerca de 20 milhões de

hectares (cerca de 7% de total de toda a superfície arável planetária) em que se usam águas residuárias sem tratamento adequado (WHO, 2006). Estudos mostram que na América Latina se empregam cerca de 130 m³/s de águas residuárias sem tratamento para a irrigação de 510 mil hectares de forma direta e de 2,5 milhões de forma indireta (Jiménez *et al.*, 2008);

- Difícil implementação de alguns parâmetros da OMS: Apesar de a maioria dos países da América Latina seguirem os guias da OMS, algumas dificuldades de implementação de parâmetros são encontradas. Por exemplo, o valor tolerável de coliformes e helmintos apresentados nesses guias podem inviabilizar reúsos de água na aquicultura. Outro fator limitante são os altos custos das análises de ovos de helmintos, o que inviabiliza alguns países de seguirem esse parâmetro;
- Direitos à água: em muitos países existem os direitos consuetudinários à água, que podem entrar em conflito com os reúsos futuros dessa água;
- Capacidade institucional: a implementação de uma política de reúso requer um marco institucional bem definido, com capacidade de atuação e com mecanismos de coordenação eficazes;
- Mecanismos de financiamento acessíveis;
- Participação social: deve haver uma consulta prévia à sociedade para que ela participe dos programas futuros de reúso de água;
- Percepção social: um estudo na Nicarágua mostrou que muitos agricultores já utilizam o reúso por considerar diminuição de gastos com fertilizantes. Evidenciou também que empresas tinham problemas de implementar o reúso por causa das rigorosas restrições das normas, mas reconheciam sua importância, por exemplo (Jiménez; Asano, 2008).

Além desses aspectos, há outras lacunas que podem ser apontadas em relação a alguns países específicos, a saber:

a) Peru:

A legislação atual é inconsistente e, em alguns casos, inadequada ou incompleta, pois, em parte, os limites máximos admissíveis são relativamente lenientes.

- Não há legislação nacional para reutilização de água, sendo adotadas as recomendações da OMS (WHO, 2006);

- Não há promoção adequada do uso dos recursos existentes nas águas residuárias. Isto é, não se aproveita o potencial para a geração de energia elétrica utilizando o biogás resultante de processos de tratamento anaeróbico, o uso de nutrientes dos lodos (biossólidos) e o reúso de água tratada.
- O controle de efluentes industriais e os custos relacionados ao seu tratamento são limitados ou inexistentes. Visto que não é comprovada a existência de controles consistentes desses efluentes, o que resulta em encargos orgânicos excessivos para as ETEs municipais, que têm de arcar com o custo desse tratamento.⁹

b) Caribe

A principal discussão nos países caribenhos está na implementação de políticas específicas sobre sistema de captação de água pluvial. Apesar da vontade da população de implantar sistemas de captação de água de chuva, governos de vários países caribenhos apresentam ausência de suporte técnico e limitados incentivos financeiros. Os sistemas legislativos ainda estão sendo construídos e seus impactos de implementação são variados.

Em contrapartida, nas Ilhas Virgens Americanas, desde 1964, o tema de captação de água de chuva é encontrado nas legislações e é requerida sua implantação na maioria dos prédios, para que sejam construídos junto aos sistemas de água potável.

Em Bermuda, as regulamentações governamentais exigem um valor mínimo de armazenamento de 0,450 m³ para cada 0,93 m² de área coberta (telhado).

Em Antígua e Barbuda, é exigido pela legislação que as residências domésticas possuam sistemas de coleta e armazenamento de água de chuva. Em Barbados, desde 1996, são exigidas instalações de captação de água de chuva em novos prédios. Estes devem ser instalados com tanques para prover águas para descargas sanitárias de estabelecimentos comerciais, indústrias, hotéis e escritórios. Essas regulamentações são apoiadas por incentivos fiscais que financiam a compra dos sistemas de captação.

Sistemas de captação de água de chuva são essenciais devido à escassez de recursos hídricos e lençóis freáticos na região do Caribe. Assim, os atuais gargalos devem ser resolvidos, por exemplo, com o desenvolvimento de mecanismos de

⁹ Fonte: Espinoza *et al.* (2016).

financiamento apropriados; com a otimização das capacidades de armazenamento e com a instalação de novos sistemas de tratamento. Também há a necessidade de revisão dos quadros regulatórios atuais visando à incorporação de tecnologias de captação de água de chuva como elemento essencial para a gestão integrada dos recursos hídricos (Espinoza *et al.*, 2016).

c) China

Em 2010, a produção de água de reúso era de 12,1 milhões de toneladas por dia e a expectativa era de que em 2015 subisse para em torno de 39 milhões, de acordo com o 12º Plano Nacional de Tratamento de Esgoto Urbano e Construções de Plantas de Reciclagem (Lyu *et al.*, 2016).

Em 2002, o Ministério da Construção e da Administração de Normalização Nacional estabeleceu parâmetros de reúso que ajudaram a desenvolver sistemas de reúso de água nos municípios e aumentaram a confiança e performance dos sistemas de tratamento de águas residuárias.

Em 2006, o Ministério de Construção e a Agência de Proteção Ambiental desenvolveram o Plano Nacional de Tratamento de Esgoto e Reciclagem, que ajudou a estimular o avanço da utilização de águas de reúso.

Ainda assim, existem lacunas que limitam o emprego de água de reúso na China, que são, em sua maioria, relacionadas a questões gerenciais, tais como:

- (i) Governamentais/políticas: conhecimento insuficiente dos recursos hídricos e regulamentações incompletas sobre o reúso de águas. A política nacional de reúso de água não foi implementada uniformemente em todo o país. Algumas áreas onde existe escassez de água continuam optando por captações de águas subterrâneas e transposições de rios. Apenas 154 das 657 cidades pesquisadas implantaram sistemas de reúso de água e destas apenas 23 adotaram formalmente políticas de reúso com objetivos e planos estratégicos. Falta um plano integrado de gestão dos recursos hídricos que englobe o reúso de água, e faltam guias nacionais para a implementação do reúso. A gestão do reúso envolve diversos ministérios o que dificulta negociações entre as partes.
- (ii) De mercado/financeiras: alto custo da estrutura de mercado da água de reúso. O custo para implementação é muito alto para justificar os

investimentos e não existem incentivos para facilitar esse mecanismo. Há carência de investimentos privados nesse setor. O reúso está mais atrelado ao cumprimento de obrigações e sanções legais do que a um mecanismo de mercado.

- (iii) Sociais: carência de conscientização e aceitação pública. Os potenciais usuários ainda não confiam na qualidade e na segurança da água de reúso e tampouco o governo reconhece os benefícios dela.
- (iv) De infraestrutura: escassez de rede de distribuição. A água de reúso é principalmente produzida na região central, mas os usuários estão espalhados pelo país.
- (v) De qualidade da água: dificuldade de mecanismos que garantam a qualidade e segurança do tratamento da água de reúso. Há dificuldade em manter o padrão de qualidade da água de reúso visto que os padrões de qualidade das águas residuárias não são garantidos devido à falta de fiscalizações. Carência no gerenciamento sistêmico de riscos pois a distribuição e o uso das águas de reúso geralmente não possuem pontos de controle de segurança para barrar usos do público geral a fim de evitar possíveis incidentes de saúde pública.

d) Egito

Independentemente do nível de tratamento da água residuária, o código egípcio proíbe o uso de águas de reúso para a produção de vegetais comestíveis (crus ou que serão cozidos; culturas de exportação, tais como algodão, arroz, cebola, batatas e plantas medicinais e aromáticas). Também são proibidos os usos em plantações de frutas cítricas e irrigação de jardins de escolas (EEAA, 2000).

As maiores lacunas que o país sofre com relação ao reúso de água são:

- Financiamentos relacionados ao custo do tratamento e distribuição das águas residuárias;
- Impactos na saúde e segurança ambiental ligados à deterioração da estrutura do solo e do excesso de nitrogênio;
- Padrões e regulamentos muito rigorosos para serem realizáveis e executáveis;
- Baixa cobertura de saneamento básico;

- ETEs localizadas nas regiões centrais e frequentemente descarregam os efluentes diretamente nos corpos hídricos;
- Falta de comprometimento político e de políticas estratégicas nacionais de suporte ao tratamento e reúso de águas residuárias;
- Limitada aceitação e conscientização pública relacionada ao reúso de água;
- Dificuldade de reutilização de água, pois muitas águas residuárias são tratadas em sistemas de fossas sépticas ou descarregados em corpos hídricos.¹⁰

e) Arábia Saudita

Podem-se citar as seguintes lacunas no contexto de água:

- Preço baixo da tarifa de água não incentiva o uso racional e conservação da água;
- Falta supervisão governamental no setor das águas no país;
- Programas de reúso de água não estão atrelados a um programa estratégico nacional;
- O maior obstáculo para a implantação do reúso foi classificado como a aceitação pública sobre o tema. Quanto maior a proximidade do uso da água de reúso com o cidadão, menor é a aceitação, que além de questões de saúde envolve questões religiosas, visto que no islamismo a água é vista como pura e tem um valor purificante religiosamente.

Nesse contexto, o objetivo central do Código Saudita de Água (2010) é de aumentar a conscientização da comunidade com relação à importância da água, por meio da promoção de uma estratégia de educação ambiental, de conscientização sobre os problemas e desafios do suprimento e escassez de água no país.¹¹

f) Índia

As principais lacunas encontradas são:

- Os subsídios de energia concedidos pelos estados aos fazendeiros geraram um aumento do uso da água e a declínio das reservas de água subterrâneas, ao invés da redução do consumo de água, como proposto. É estimado que os fazendeiros da Índia usem duas a quatro vezes mais

¹⁰ Cf. EEAA (2000); Abdel-Shafy e Mansour (2013).

¹¹ Cf. FAO (2008, p. 423); Al-Saud (2010); Kajenthira; Siddiqi; Anadon (2012).

água para produção de comida por unidade do que os agricultores chineses ou brasileiros;

- A água subterrânea raramente é regulada ou mesmo precificada;
- A eletricidade usada para o bombeamento é fortemente subsidiada e, na maioria das vezes, tem o preço de uma tarifa fixa. Em muitos estados a eletricidade, quando utilizada para bombeamento de água para irrigação agrícola, não é cobrada dos agricultores;
- O método de irrigação utilizado no país é a irrigação por inundação, que resulta em elevado consumo e perda de água;
- Os direitos da água estão ligados à propriedade da terra. Isso significa que os proprietários de terra têm o direito de extrair água do jeito que acharem melhor.

g) Tunísia

Desde o início dos anos 1980, o governo da Tunísia vem promovendo políticas públicas para o incremento do reúso de água na agricultura.

Contudo, enquanto as leis, estrutura política e técnica são favoráveis para o reúso de águas residuárias, de fato, apenas 20% das águas tratadas são reutilizadas. Esse fator se deve pelas restrições legais ao uso de águas de reúso na irrigação de vegetais, que são os cultiváveis mais rentáveis e fáceis de produzir na Tunísia.¹²

h) Países do Mediterrâneo

A maioria dos países do Mediterrâneo não possui planos de tratamento de esgoto bem estabelecidos e efetivos, nem parâmetros e critérios de reúso de água. Em muitos casos, as águas residuárias não são tratadas apropriadamente porque o custo para construção de ETE é muito alto, especialmente para pequenas e médias comunidades. Além disso, em muitos casos, os efluentes gerados das ETEs não atendem os padrões de qualidade de água de reúso.

Os maiores problemas que os países mediterrâneos enfrentam com relação ao reúso agrícola são:

- Falta de critérios específicos relacionados à higiene, saúde pública e controle de qualidade;

¹² Cf. Annika e Julika (2013).

- Carência de critérios específicos relacionados às técnicas de irrigação agrícola, sobre o grau de tratamento das águas residuárias, e das escolhas das áreas e tipos de cultiváveis a serem irrigados;
- Falta de controle e monitoramento eficiente nas ETEs;
- Deficiência de pessoal treinado nas autoridades competentes e nas ETEs;
- Baixo nível de conscientização sobre reúso de água dos fazendeiros e do público em geral.¹³

i) Austrália

Em 2006, devido ao aumento da pressão nos recursos naturais, foi lançado o Guia Australiano para Águas de Reúso (estratégia nacional), que estabeleceu diretrizes para reúso de água por todo o país e introduziu a estrutura de gerenciamento de risco. Entretanto, o guia australiano não é obrigatório e muitos estados optaram por não utilizá-lo.

No estado de Victoria, o monitoramento e a execução das leis necessitam de um melhoramento, em particular, a Autoridade de Proteção Ambiental, que precisa tornar públicos os números de licenciamentos e reclamações.

7.2 CONTEXTO NACIONAL

Uma das maiores dificuldades para o desenvolvimento de uma política de reúso de água no Brasil é a falta de uma legislação que dê plena segurança ao desenvolvimento e implantação de projetos com essa finalidade. Atualmente, como já mencionado, existem apenas duas resoluções em nível nacional que amparam essa prática, ambas do CNRH.

A Resolução CNRH n. 54/2005 estabelece as modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática do reúso direto não potável de água e dá outras providências. Configura-se como uma resolução “guarda-chuva”, elaborada com o propósito de ser a primeira de uma série de resoluções que abordariam as especificidades inerentes a diversas modalidade de reúso de água. Por sua vez, a Resolução CNRH n. 121/2010 estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal.

¹³ Cf. Fatta *et al.* (2005).

Assim, pode-se considerar que o maior entrave que se observa no País para a implantação e desenvolvimento de projetos de reúso de água é que o Conama, órgão competente para definição de parâmetros e padrões, ainda não os definiu, deixando ambas as resoluções do CNRH (n. 54/2005 e n. 121/2010) sem eficácia. Ademais, como supramencionado, o Conama deve também emitir, ou complementar, um ato normativo contendo critérios e diretrizes gerais para licenciamento e fiscalização de empreendimentos que tenham como objetivo o reúso de água.

Entre as competências e atribuições do Conama, como está instituído na Lei n. 6.938/1981 em seu art. 8º, estão:

I - Estabelecer, mediante proposta do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pelos Estados e supervisionado pela Ibama;

VII - Estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos.

Em vista disso, salienta-se que, para que esses parâmetros e padrões sejam definidos, será necessário maior entrosamento entre o CNRH, o Conama e o MS.

Outro fator limitante é a falta de engajamento nas discussões de reúso do Conama, do Ibama e dos órgãos estaduais e municipais responsáveis por questões de licenciamento e outorga, tanto que esses pontos-chave indicados nas Resoluções CNRH n. 54/2005 e n. 121/2010 ainda não foram regulamentados (CH2M – Produto VI, 2018).

Além disso, a falta de regulações, critérios, parâmetros e padrões de qualidade da água de reúso pode apresentar riscos para quem desenvolve um projeto ou para o consumidor. E se cabe à política interna de cada um dos entes federativos definir os critérios para a sua implementação, o que se observa, de modo geral, é que as leis estaduais adotadas não apresentam orientações técnicas para aplicação dos mesmos (nem necessariamente deveria), bem como não definem prazos e/ou responsabilidade sobre quem deve regular a atividade/definir orientações técnicas para aplicação dos mesmos.

A Lei n. 9.433/1997, em seu art. 2º, como mencionado anteriormente, estabelece entre seus objetivos a utilização racional e integrada dos recursos hídricos

(embora não mencione o reúso de efluente sanitário tratado como uma das estratégias de utilização racional e integrada dos recursos hídricos, entre outras).

Já a Resolução Conama n. 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, no seu inciso 3º, diz que as ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, tais como a outorga e cobrança pelo uso da água, ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de ajustamento de conduta e o controle da poluição, deverão basear-se nas metas progressivas intermediárias e final aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica ou corpo hídrico específico.

Em seu art. 8º determina que o conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público; no entanto, a resolução não menciona qual a frequência com que o monitoramento deve ocorrer. Além do conjunto selecionado de parâmetros, também deverão ser monitorados os parâmetros para os quais haja suspeita da sua presença ou não conformidade.

De acordo com o art. 10 dessa mesma resolução, os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência; contudo, o valor da vazão de referência não está definido na resolução. Pelas definições da resolução, sabe-se que essa é a vazão que deve ser utilizada para embasar o processo de gestão e devem ser observados os usos múltiplos da água para tal.

Por sua vez, a Resolução Conama n. 430/2011 estabelece que a competência para determinação das vazões de referência, tanto do efluente quanto do corpo receptor, é do órgão ambiental responsável pela gestão dos recursos hídricos em determinado local/bacia hidrográfica (ANA, Secretarias Estaduais de Recursos Hídricos com participação dos Comitês, entre outros).

Especificamente a respeito da Resolução CNRH n. 54/2005, são estipuladas modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água como: a) fins agrícolas e florestais; b) fins ambientais; c) fins industriais; d) aquicultura.

Em que pese a PNRH, por meio da Resolução CNRH n. 54/2005, ter delimitado um rol de modalidades de reúso de água, cabe mencionar que as diretrizes, critérios e parâmetros específicos para essas modalidades devem ser estabelecidos pelos órgãos competentes, conforme determina o §2º do art. 3º. Isso significa dizer que cabe à política interna de cada um dos entes federativos definir os critérios para a sua implementação.

No tocante à Resolução CNRH n. 121/2010, durante a fase de sua elaboração, sabe-se que o Conselho estudou a possibilidade de estabelecer os critérios de qualidade para a água de reúso e houve discussões técnicas e proposições de parâmetros de qualidade. Todavia, foi constatado que o referido colegiado não teria competência para estabelecer regulamento sobre critérios de qualidade, o que seria atribuição do Conama.

O art. 3º expõe que a caracterização e o monitoramento periódico da água de reúso serão realizados de acordo com critérios definidos pelo órgão ou entidade competente, recomendando-se observar:

- I – a natureza da água de reúso;
- II – a tipologia do processo de tratamento;
- III – o porte das instalações e vazão tratada;
- IV – a variabilidade dos insumos;
- V – as variações nos fluxos envolvidos; e
- VI – o tipo de cultura.

No art. 4º define que a aplicação de água de reúso poderá ser condicionada, pelo órgão ou entidade competente, à elaboração de projeto que atenda os critérios e procedimentos por estes estabelecidos.

Por fim, em seu art. 7º, expressa que a caracterização e o monitoramento periódico do solo que recebe a água de reúso serão realizados de acordo com critérios definidos pelo órgão ou entidade competente.

Ou seja, a Resolução CNRH n. 121/2010 é ainda bastante genérica, pois não estabelece quem é o órgão ou entidade competente.

De maneira geral, pode-se listar as seguintes lacunas encontradas:

- Falta de envolvimento dos órgãos federais: necessidade de se definir o nível de envolvimento dos órgãos federais em relação ao controle da

qualidade da água de reúso; e de se definir a competência dos órgãos estaduais e/ou locais;

- Licenciamento/outorga: precisa-se definir o processo de licenciamento/outorga para projetos de reúso (devendo ser diferente do processo existente para projetos de infraestrutura de água e esgoto ou similar).
- Monitoramento e controle/fiscalização: devem-se definir as necessidades de monitoramento por modalidade; e definir as exigências normativas, incluindo as sanitárias e de saúde pública para controle de qualidade, monitoramento e de controle/conformidade específicos para reúso em nível federal.
- Critérios: é preciso decidir se o foco deve ser em critérios de tratamento e/ou em critérios de qualidade; e decidir se os critérios e parâmetros de qualidade de água e outros requisitos para cada modalidade de reúso não potável devem ser definidos em nível federal, e quais deveriam ser.

Com o objetivo de verificar se os estados e municípios brasileiros já definiram os critérios para a implementação da política local, realizou-se um levantamento de todas as leis existentes sobre o assunto, conforme indicado anteriormente. Como resultado, verificou-se que existem várias normas municipais e estaduais que tratam dessa questão. Todavia, muitas delas, de alguma forma, impõem a necessidade de programas de uso racional e reúso de água, porém não apresentam nenhuma orientação para a sua implementação, de modo que para a sua efetiva aplicação faz-se necessário regulamentação *a posteriori*.

A seguir estão listadas algumas lacunas observadas nos âmbitos estadual e municipal.

a) Estado do Amapá

Lei n. 1.349/2009, que autoriza o Poder Executivo a criar o Programa Estadual de Conservação e Uso Racional da Água e Economia de Energia Elétrica em Edificações.

O programa estabeleça as ações de (i) conservação e uso racional da água; (ii) utilização de fontes alternativas, entendido como o conjunto de ações que possibilitam o uso de outras fontes para captação de água que não o sistema público de abastecimento e outras fontes de geração de energia elétrica; e (iii) utilização de águas servidas, entendidas como aquelas utilizadas no tanque, máquina de lavar,

chuveiro e banheira. Contudo, a lei não apresenta nenhuma orientação técnica para a sua aplicação.

b) Estado do Amazonas e municípios

No estado do Amazonas não se verificou nenhuma lei estadual dispondo sobre o reúso de água. Todavia, no município de Manaus, existe a Lei municipal n. 1.192/2007, cujo objeto é instituir o Programa de Tratamento e Uso Racional das Águas nas Edificações (“Pró-Água”). A única instrução técnica encontrada nessa lei é que os novos empreendimentos ou aplicações que tenham área impermeabilizada superior a 500 m² ficam obrigados a implantar reservatórios que retardem o escoamento das águas pluviais para rede de drenagem.

c) Estado do Ceará

Lei estadual n. 16.033/2016, que estabeleceu que o reúso de água não potável seria utilizado nas seguintes modalidades: (i) urbana; (ii) agrícola; (iii) ambiental; (iv) industrial; e (v) aquicultura. Todavia, a lei determinou que a definição de diretrizes e critérios para a implementação deveria ser realizada pelo Plano Estadual dos Recursos Hídricos e pelos Planos de Gerenciamento das Águas de Bacias Hidrográficas. Cabe, ainda, ao mencionado instrumento a instituição de metas a serem cumpridas pelo estado.

d) Estado do Espírito Santo e municípios

Lei estadual n. 10.487/2016, que determina o uso de efluentes das ETEs nos processos industriais que não requerem água potável (art. 1º), bem como instituiu o reúso de água para os parques e praças de áreas públicas do estado (art. 2º).

Em que pese a lei dispor sobre a prática do reúso de água para minimizar a utilização de água potável nos processos industriais que não requerem potabilidade, a lei não apresentou nenhuma orientação técnica para a sua aplicação. Não à toa que o art. 3º expressamente prevê que o método viável para a utilização da água de reúso será avaliado por meio de estudos especializados.

O estado também determinou por meio da Lei estadual n. 9.439/2010 aos postos de combustíveis, lava a jato, transportadoras, empresas de ônibus e locadoras de

veículos que mantêm pontos de lavagem, higienização e desengraxamento ou congêneres a obrigação de instalação de sistema de tratamento e reutilização de água.

O município de Vitória estabeleceu também, por meio da Lei municipal n. 6.259/2004, a prática do reúso de água derivado das ETEs. A diferença é que a água de reúso pode ser utilizada para fins urbanos, isto é, para a lavagem de ruas, praças públicas, passeios públicos, prédios municipais e outros logradouros, bem como para a irrigação de jardins, praças, campos esportivos e outros equipamentos públicos (art. 1º).

e) Mato Grosso e municípios

No estado do Mato Grosso, a exemplo de outros estados brasileiros, como o caso do Amazonas, não se verificou legislação específica que disponha sobre reúso de água. Todavia, no município de Cuiabá, existe a Lei municipal n. 4.748/2005, que dispõe sobre reúso de água derivado de ETE.

Nos termos do art. 1º da mencionada lei municipal, a água de reúso derivada de ETE deverá ser disponibilizada para o município e para a iniciativa privada e sua finalidade será para lavagem de ruas, praças públicas, passeios públicos, bem como para a irrigação de jardins, campos de futebol, construção civil e lavagem de veículos em autopostos.

Com o objetivo de incentivar a prática do reúso de água, determina o parágrafo único do mencionado artigo que a água de reúso será fornecida de forma gratuita, cabendo aos interessados arcarem com o transporte.

Essa iniciativa é bastante positiva, mas a lei não apresentou outras orientações para a sua implementação, por exemplo, a quem compete o fornecimento ou incentivos para que empresas produzam água de reúso, as questões de monitoramento, licenciamento, etc.

f) Estado do Rio de Janeiro e municípios

A Lei estadual n. 7.424/2016 trata da obrigatoriedade do uso de água de reúso pelos órgãos integrantes da administração pública estadual direta, das autarquias, das fundações instituídas ou mantidas pelo Poder Público, das empresas em cujo capital do estado do Rio de Janeiro tenha participação, bem como as demais entidades por ele controladas direta ou indiretamente, sempre que houver esse recurso disponível.

A referida lei também dispõe sobre a possibilidade da utilização de água de reúso para as seguintes atividades:

- I - Agricultura em geral;
- II - Irrigação de áreas verdes, parques, jardins, áreas turísticas, campos de esporte;
- III - Lavagem de veículos públicos de qualquer tipo;
- IV - Lavagem de pisos, pátios e logradouros públicos;
- V - Outros usos similares.

Em que pese a iniciativa ser positiva, a lei não estabeleceu critérios para a sua aplicação. Confirmando esse entendimento, menciona-se a parte final do art. 1º, que prevê que os critérios serão definidos em regulamentação posterior.

O município de Niterói, por meio da promulgação da Lei municipal n. 2.630/2009, determinou que as novas edificações, públicas ou privadas, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m² deverão ser dotadas de reservatório de águas pluviais.

Cabe mencionar que, diferentemente do estado do Rio de Janeiro e do município de São Paulo, que ao definirem essa mesma política determinaram que a implementação do sistema seria condição essencial para a concessão de licenças dos órgãos competentes, conforme se verá no item i, o município de Niterói não condicionou a exigência.

g) Estado do Rio Grande do Sul e municípios

Em nível estadual não foi encontrada política específica a respeito do reúso de água.

Em nível municipal verificou-se que os municípios de Porto Alegre e Caxias do Sul instituíram Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas. O mencionado programa foi instituído pelo município de Porto Alegre mediante a promulgação da Lei municipal n. 10.506/2008 e pelo município de Caxias do Sul por meio da Lei municipal n. 6.616/2006.

Embora essas duas leis prevejam a criação de mecanismos para a utilização da água de reúso, ambos os programas estabelecidos não apresentaram qualquer orientação técnica para a sua aplicação.

Contudo, a Lei municipal n. 10.506/2008, do município de Porto Alegre, foi regulamentada pelo Decreto n. 16.305/2009. Na mencionada regulamentação, há determinação expressa de que as edificações industriais e comerciais que apresentarem individualmente área de cobertura ou telhado igual ou superior a 500 m² devem dispor de sistema de reaproveitamento das águas pluviais.

h) Estado de Santa Catarina e municípios

No Estado de Santa Catarina, não se verificou nenhuma política específica a respeito do reúso de água, apenas em relação à captação de água de chuva, como o Decreto n. 099, de 1º de março de 2007, que obriga todas as obras públicas e as privadas, financiadas ou incentivadas pelo Governo do Estado de Santa Catarina a implantar sistema de captação e retenção de águas pluviais e estabelece outras providências. Porém, não se especificam os critérios e mecanismos para implantação desse decreto.

O município de Florianópolis instituiu o Programa Municipal de Conservação, Uso Racional e Reúso da Água em Edificações, por meio da Lei municipal n. 8.080/2009. Entre as ações de utilização de fontes alternativas de água encontram-se a captação, o armazenamento e a utilização de águas pluviais (art. 4º, I). Ainda que o município tenha disposto sobre a necessidade de utilização de fontes alternativas, a lei não apresentou nenhuma orientação técnica para a sua aplicação.

i) Estado de São Paulo e municípios

No estado de São Paulo foi promulgada a Resolução conjunta SES/SMA/SSRH n. 01/2017, sobre reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de ETE. No entanto, os critérios de reúso urbano adotados são restritivos demais, inviabilizando o reúso urbano.

Em 2005, foi promulgada a Lei n. 14.018/2005 no município de São Paulo, que institui o Programa Municipal de Conservação e Uso Racional da Água em Edificações, com o objetivo de (i) conservar e usar de forma racional a água; (ii) utilizar fontes alternativas, entendido como o conjunto de ações que possibilitam o uso de outras fontes para captação de água que não o sistema público de abastecimento; e (iii) utilização de águas servidas, entendidas como aquelas utilizadas no tanque, máquina de lavar, chuveiro e banheira. Em que pese a lei estabelecer um prazo de 10

anos para a adequação dos imóveis às exigências da lei, ela não apresentou nenhuma orientação técnica para a sua aplicação.

De qualquer modo, São Paulo é o município com a maior política pública sobre o reúso de água. Ainda que algumas leis necessitem de regulação específica, pode-se afirmar que se trata do município que mais implementou e definiu critérios para a utilização do reúso de água nas modalidades já definidas pela Resolução CNRH n. 54/2005.

O município de Sorocaba, por sua vez, criou o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações mediante a promulgação da Lei municipal n. 9.970/2012. Dispõe o mencionado diploma normativo que o programa deverá ser desenvolvido por diversas ações, entre as quais se destacam o aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas servidas, definido como as águas que já foram utilizadas primeiramente em tanques, máquinas de lavar, chuveiros e banheiros. Entretanto, essa lei não apresentou qualquer orientação técnica para a sua aplicação.

j) Distrito Federal

No DF, desde junho de 2017, vigora a Lei n. 5.890, que estabelece diretrizes para as políticas públicas de reúso da água. Todavia, essa lei não definiu diretrizes, critérios e parâmetros de qualidade de água ou qualquer orientação técnica para a sua aplicação. Há somente algumas orientações quanto à sinalização de segurança e à identificação de pontos de uso, tubulações e reservatórios de água não potável, por meio de símbolo e texto padronizados.

Por fim, pode-se constatar que existem diversas leis que estabelecem a necessidade de programas de uso racional e reúso de água, baseadas na Resolução CNRH n. 54/2005. Todavia, grande parte delas não apresenta orientações técnicas para sua implementação, além de não definir prazos ou responsabilidades dos reguladores da atividade.

7.3 ANÁLISE CRÍTICA

No que concerne às lacunas e aos desafios abordados neste capítulo a serem superados para implementação de políticas públicas voltadas para o uso racional e

reúso de água, e considerando os objetivos deste trabalho, é importante o CNRH, conforme com suas competências, ter em vista a necessidade de:

- Articular com o Conama, com a participação do MS, a criação de uma resolução para definição de parâmetros e padrões específicos para reúso de água, atendendo as modalidades agrícola e urbano, especialmente, conforme indicado no Item 4.4;
- Indicar para o Conama, com a colaboração do SVS/MS, por meio de moção, por exemplo, a criação de um ato normativo com critérios e diretrizes gerais para licenciamento e fiscalização de empreendimentos com o intuito de reúso de água, como mencionado no Item 5.3;
- Propor e analisar, conforme citado no Item 6.4, por meio da CTEM, mecanismos de difusão da Política Nacional de Recursos Hídricos especialmente em relação à conscientização pública sobre a importância e os benefícios do uso racional e reúso de água;
- Fomentar junto às organizações técnicas responsáveis, como a ABNT, o desenvolvimento de procedimentos e orientações técnicas a fim de assegurar, em todos os aspectos, os projetos de uso racional e reúso de água.

Por fim, no tocante ao desenvolvimento de um quadro regulatório sobre uso racional, o CNRH pode promover junto ao MMA, entre outros ministérios, órgãos e instituições, a criação de um Grupo de Trabalho tendo em vista a implementação de um ato normativo visando à criação de um Programa Nacional de Conservação e Uso Racional da Água, como descrito no Item 6.4.

8. PROJETOS INTERNACIONAIS E NACIONAIS

Editado pela USEPA, o documento *Diretrizes para Reúso de Água* fornece um levantamento das experiências relativas ao reúso de efluentes sanitários implementados e vigentes na data de publicação do estudo (USEPA, 2012). Essa publicação traz uma perspectiva ampla dos princípios científicos, técnicos e programáticos para as decisões de implementação do reúso de água com segurança e sustentabilidade, apresentando projetos e experiências tanto nos EUA quanto em mais de 100 estudos de caso ao redor do mundo.

No entanto, há certas limitações de informações nesse documento e em razão disso, para a confecção deste relatório, empreendeu-se uma complementação com outras referências já elencadas no Quadro 4.1. Para levantamento e análise dos projetos nacionais foi feita uma pesquisa com base nas seguintes referências/fontes:

- Publicações existentes do Centro Internacional de Referência em Reúso de Água (CIRRA), Sabesp, AESBE, Abes, Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS), Compesa, Portal Tratamento de Água, Revista Saneas e outros centros de pesquisa;
- Banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS);
- Contribuições diretas da equipe do MMA;
- [Relatórios do projeto da empresa CH2M \(INTERÁGUAS/MCidades/IICA\)](#);
- Sítios eletrônicos de concessionárias ou grandes consumidores.

8.1 PROJETOS INTERNACIONAIS

No Capítulo 2: Panorama do uso racional e reúso de água no mundo, apresentam-se algumas informações sobre o cenário atual dessa prática no mundo. A Figura 8.1 mostra a quantidade de projetos de reúso no mundo e o volume de água de reúso utilizada.

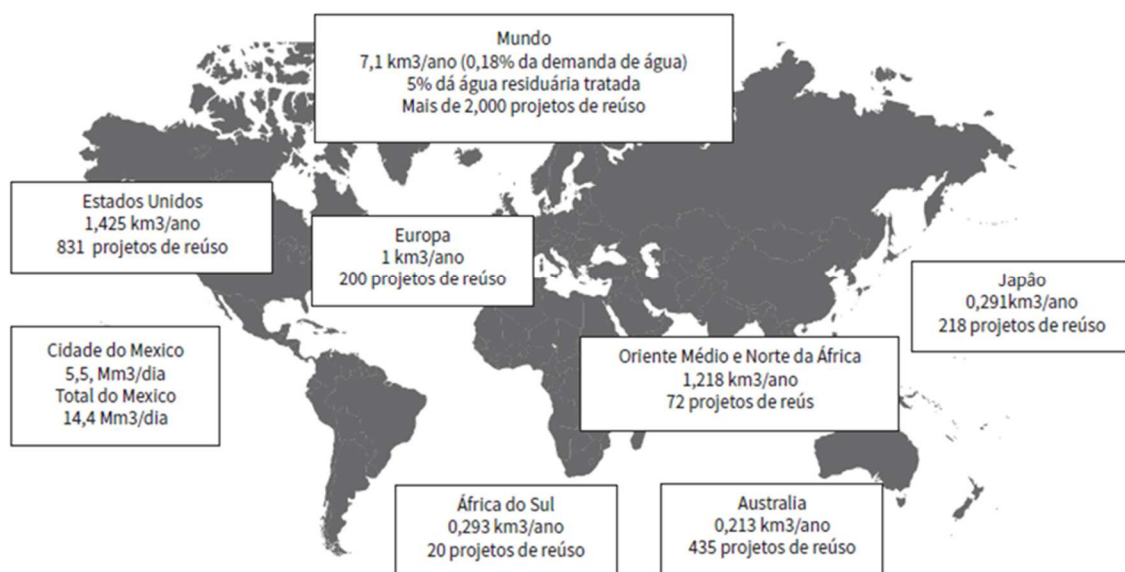


Figura 8.1: Reúso de águas residuárias tratadas no mundo

Fonte: Santos (2016)

Segundo a WaterReuse Association, todos os anos, desde 2008, novos projetos são implementados ao redor do mundo e o volume de efluente sanitário tratado sendo reutilizado continua em expansão.¹⁴ Exemplos de projetos de grande porte que estão sendo concluídos ou implementados incluem:

- O projeto de reúso de Orange County (Califórnia, EUA) – A primeira fase desse projeto de recarga do lenço freático foi concluída em 2008 e tem uma capacidade de aproximadamente 265 mil m³/dia; em 2016 teve início as operações da segunda fase do projeto, que aumentou a capacidade para aproximadamente 370.000 m³/dia.
- O projeto de reúso de Atotonilco, Vale do Mezquital (México) – A planta de Atotonilco, que entrou em funcionamento em 2016, trata o efluente sanitário de mais de 12 milhões de pessoas que vivem na região metropolitana da Cidade do México (35 m³/s, podendo chegar até 42 m³/s) para ser usado por agricultores do Vale do Mezquital na irrigação de forragem e até mesmo produtos para consumo humano. Anteriormente, a irrigação era feita com uma mistura de águas pluviais e efluente sanitário bruto. Por motivos de saúde pública, o governo do México criou um

¹⁴ Cf. <<https://watereuse.org>>. Acesso em: mai. 2018

programa de sustentabilidade hídrica no local, do qual o projeto de Atotonilco faz parte.

- O projeto de reúso de Huai Fang (China) – A primeira fase desse projeto estava prevista para entrar em operação em dezembro de 2016; o projeto tratará efluente sanitário da região sul de Pequim para reúso para fins industriais e urbanos. Esse projeto faz parte de um programa aprovado pelo governo municipal de Pequim chamado Plano de Ação de Três Anos para Acelerar a Construção de Estações de Tratamento de Esgoto e Estações de Produção de Água de Reúso em Pequim. Esse plano foi definido a partir de uma versão anterior que visava aumentar o reúso de água na região para 4,13 Mm³/dia até 2020.

Os EUA são o país que em 2008 mais utilizava água de reúso no mundo, com 7,6 Mm³/dia. Em 2009, os quatro estados que mais reutilizavam efluente tratado eram: Flórida, Califórnia, Arizona e Texas (NRC, 2012).

Nos estados da Flórida e da Califórnia, são realizados inventários dos projetos de reúso. Esses inventários incluem a quantidade de reúso por tipo de aplicação:

- Na Flórida, aproximadamente 2,5 Mm³/dia de efluente tratado foram reutilizados em 2010, dois quais mais da metade foi para irrigação e paisagismo (Figura 8.2).
- Na Califórnia, o Departamento de Recursos Hídricos do Estado da Califórnia (California Department of Water Resources) relata que foram reutilizados 2,44 Mm³/dia de efluente tratado em 2009, sendo os usos mais diversificados que na Flórida, conforme ilustra a Figura 8.3.

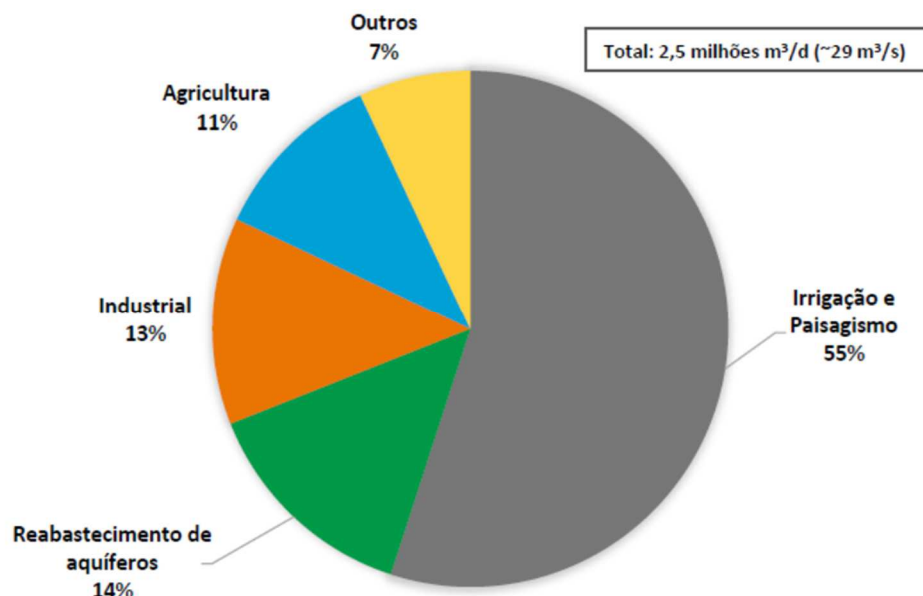


Figura 8.2: Reúso de água no estado da Flórida – EUA

Fonte: Adaptado de NRC (2012)

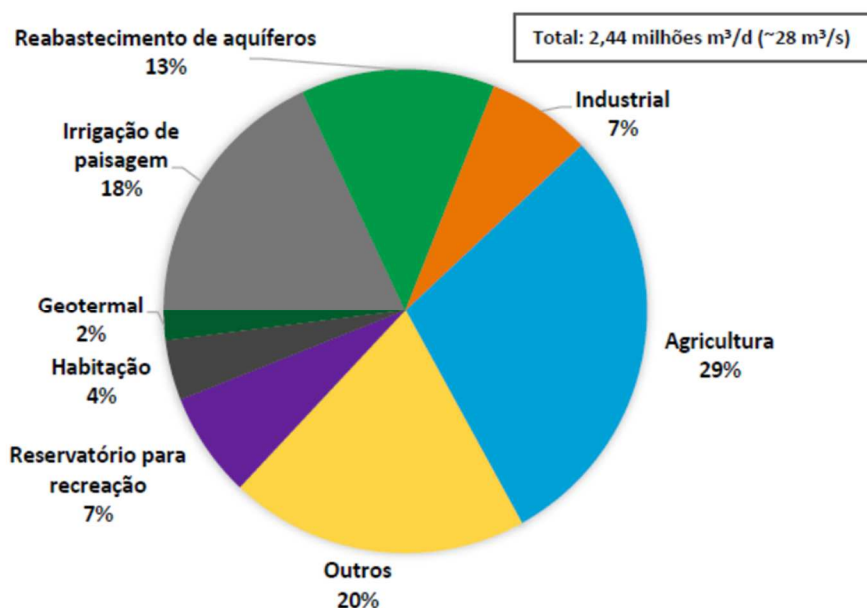


Figura 8.3: Reúso de água no estado da Califórnia – EUA

Fonte: Adaptado de NRC (2012)

A Tabela 8.1 apresenta os principais projetos internacionais encontrados. Para levantamento e análise mais criteriosa, foram selecionados quatro projetos, devido à maior quantidade de informações e dados obtidos. Foram feitas algumas também considerações em relação a outros projetos; a saber: (a) Upper Occoquan (EUA); (b) Projeto de Atotonilco (México); (c) Projeto de Windhoek (Namíbia); (d) Projeto de Perth (Austrália).

Tabela 8.1: Dados dos projetos internacionais encontrados

Projeto	Localização	Modalidade de reúso	Capacidade (m³/s)	Principais impulsionadores	Patrocinador(es)	Nível de tratamento	Início das operações (década)
Upper Occoquan Service Authority (UOSA)	Virginia – EUA	Reúso potável indireto	2,4	Proteção ambiental e segurança hídrica	UOSA	Avançado (sem OR)	1970
Projeto de Atotonilco, Vale de Mezquital	Cidade do México – México	Reúso agrícola	35	Saúde pública e proteção ambiental, e segurança hídrica	Comisión Nacional del Agua	Secundário (com desinfecção)	Atual
Projeto de recarga de lençol freático em Perth	Western Austrália – Austrália	Reúso potável indireto via injeção	0,6	Segurança hídrica	Water Corporation of Western Austrália	Avançado (com OR)	2010
Projeto de reúso potável de Windhoek	Windhoek – Namíbia	Reúso potável direto	0,2	Segurança hídrica	City of Windhoek	Avançado (sem OR)	1960
Programa de reúso não potável da cidade de Denver	Denver, Colorado – EUA	Reúso urbano e industrial	1,3	Segurança hídrica	Denver Water	Terciário	2000
Projeto de recarga de lenço freático em Orange County	Orange County, Califórnia – EUA	Reúso potável indireto via injeção e infiltração	4,2	Segurança hídrica	Orange County Water District	Avançado (com OR)	2000
Projeto NEWater	Cingapura	Reúso potável e industrial	6,0	Segurança hídrica	Singapura Public Utilities Board	Avançado (com OR)	2000
Projeto de reúso do Western Corridor	Queensland, Austrália	Reúso potável indireto	2,9	Segurança hídrica	Southeast Queensland Water	Avançado (com OR)	2000
Projeto de reúso de Watsonville	Watsonville, Califórnia – EUA	Reúso agrícola	0,5	Segurança hídrica e proteção ambiental	Pajaro Valley Water Management Agency e City of Watsonville	Terciário	2000
Projeto de reúso de Mafrq	Mafrq – Jordânia	Reúso agrícola	0,1	Segurança hídrica e proteção ambiental	Mafrq Wastewater Treatment Plant e Water Authority of Jordan	Secundário (com desinfecção)	2010

Fonte: USEPA (2012); Metcalf; Eddy/AECOM (2007); UOSA (2018) IWA (2008); NRC (2012); USAID (2002); Australia (2008); CH2M – Produto II (2016).

a) Projeto Upper Occoquan Service Authority (UOSA) – Virgínia – EUA

- **Contexto do projeto**

O Reservatório Occoquan é um componente crítico do abastecimento de água para aproximadamente 1,5 milhão de habitantes no norte da Virgínia, uma região altamente urbanizada localizada a oeste de Washington, D.C.

A rápida transformação de uma grande área rural em área predominantemente urbana teve início na década de 1960, afetando negativamente a qualidade da água do Reservatório Occoquan, uma importante fonte de abastecimento da população local. Isso resultou em um cenário de reúso indireto potável não planejado, em que 11 pequenas ETEs lançavam seus efluentes (que não eram tratados de maneira adequada) nos tributários do reservatório. A não conformidade do efluente lançado gerou graves problemas de qualidade da água no reservatório, de modo que, além do impacto ambiental (eutrofização, afetando a vida aquática, etc.), o reservatório se tornou impróprio para abastecimento da população.

Em 1971, o então Conselho Estadual de Recursos Hídricos da Virgínia – hoje Departamento de Qualidade Ambiental da Virgínia – e o Departamento de Saúde da Virgínia adotaram um plano para proteger o Reservatório Occoquan para fornecimento de água potável. A Política Occoquan (Virginia Administrative Code 9VAC25-410) estabeleceu um novo quadro para reúso de água e pôs em prática o primeiro uso planejado e intencional de efluente sanitário tratado para complementar o fornecimento de água potável nos Estados Unidos.

A UOSA foi instaurada em 3 de março de 1971 por resolução simultânea das prefeituras dos municípios de Fairfax, Prince William, Manassas e Manassas Park. Ela foi criada para construir, financiar e operar a nova ETE e cumprir com a Política Occoquan, que determinou a consolidação das 11 ETEs de tratamento secundário em uma ETE avançada.

O Programa de Monitoramento da Bacia de Occoquan, estabelecido pela Política Occoquan, construiu um sistema de aquisição e análise de dados hidrológicos e de qualidade da água para servir como base de tomada de decisões na gestão da Bacia de Occoquan.

- **Descrição técnica do projeto de reúso**

A ETE Avançada da UOSA, em sua implementação, tinha capacidade de tratamento de cerca de 438 L/s. Após sua última ampliação, em 2005, a capacidade

aumentou para 2,365 m³/s. Atualmente a planta trata em média 1,44 m³/s (UOSA, 2018) de efluente sanitário das quatro cidades antes de o lançar no corpo hídrico Bull Run, tributário do Reservatório Occoquan, situado a 32 km a jusante de onde é feita a captação pela ETA, como ilustrado na Figura 8.4.

O processo atual de tratamento do efluente sanitário na planta da UOSA se inicia com o tratamento secundário convencional por lodo ativado com remoção biológica de nitrogênio. Os processos avançados de tratamento, ilustrados na Figura 8.5, incluem abrandamento por cal (decantadores químicos) e recarbonatação em dois estágios com decantação intermediária. Esses processos removem o fósforo e são barreiras para patógenos e metais pesados. O polimento final é realizado com filtração, adsorção em carvão ativado granular e desinfecção com cloro.

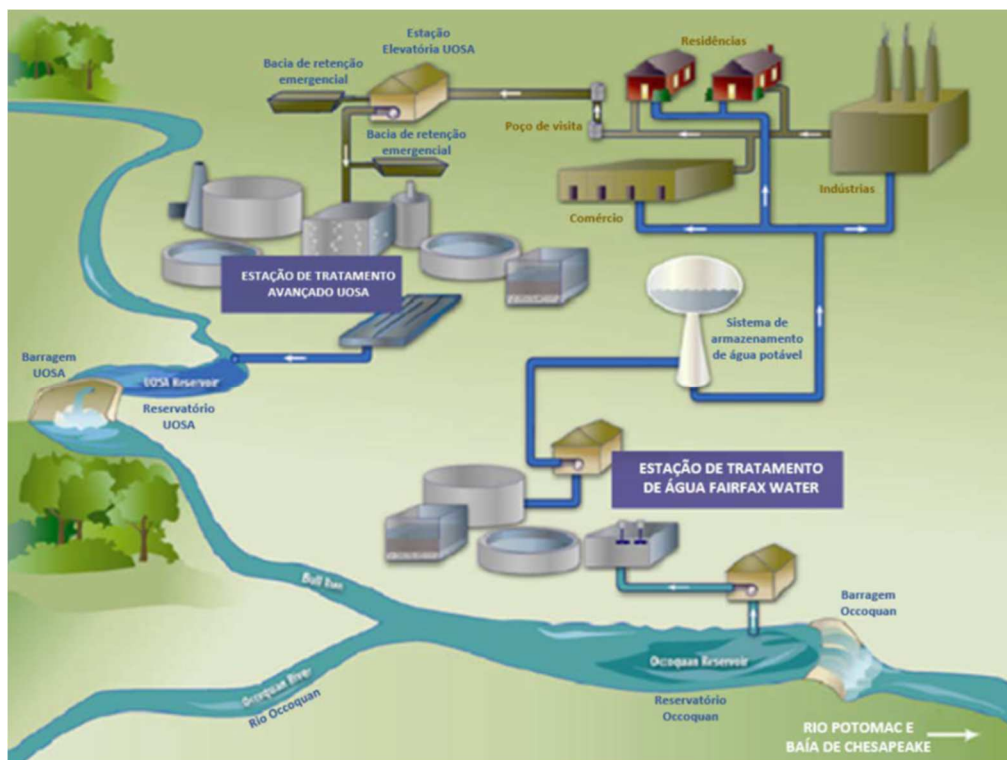


Figura 8.4: Esquema do Projeto de UOSA

Fonte: Adaptado USEPA (2012)

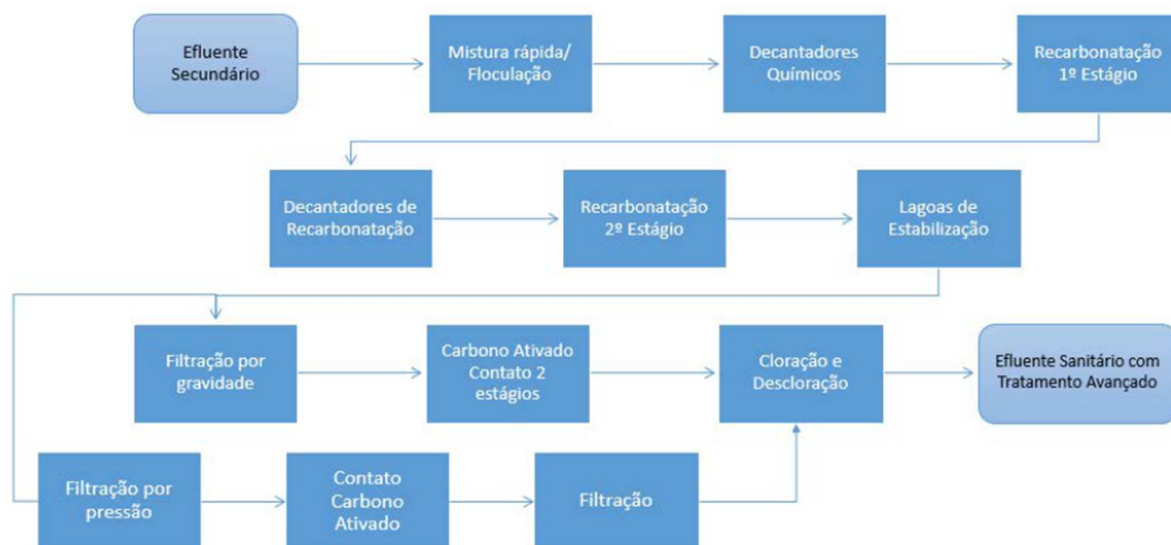


Figura 8.5: Fluxograma atual dos processos avançados de tratamento de UOSA

Fonte: Adaptado de Metcalf e Eddy/AECOM (2007)

Em um ano típico, o efluente sanitário tratado é responsável por cerca de 10% da água do reservatório. No entanto, durante épocas de seca, a proporção do efluente da UOSA já chegou a ultrapassar 80% da água no reservatório (AWWA/WEF, 1998). A partir de 2025, estima-se que a vazão da UOSA será responsável por mais da metade dessa vazão regularizada total.

- **Governança das unidades de reúso**

A ETE é de responsabilidade da UOSA. A captação de água e a ETA são de responsabilidade da Fairfax County Water Authority, que abastece os municípios de Fairfax, Loudoun, Prince William e Alexandria.

A UOSA e a Fairfax County Water Authority são autoridades distintas, mas ambas são órgãos governamentais do estado da Virgínia.

- **Regulamentação e fiscalização**

A UOSA e o Programa de Monitoramento da Bacia de Occoquan foram criados como parte de uma política abrangente para monitorar e proteger a Bacia de Occoquan, que serve como fonte de abastecimento para diversos municípios.

A Política de Tratamento de Efluentes e Regulamentação do Reúso (Virginia Administrative Code 9VAC25-740) foi formulada pelo Departamento de Qualidade Ambiental da Virgínia para completar as regulações associadas ao Federal Water Pollution Control Act (equivalente à Resolução Conama n. 357/2005 e Resolução

CNRH n. 54/2005) e ao Safe Drinking Water Act (equivalente à Portaria de Consolidação n. 5/2017 do MS).

Essa política estabeleceu critérios para:

- Emissão de autorizações administrativas (e.g. outorga de lançamento);
- Definição de limites e parâmetros de tratamento;
- Classificação do tratamento antes do reúso;
- Operação e manutenção de Estações de Tratamento.

O Departamento de Qualidade Ambiental da Virgínia define padrões específicos de qualidade da água e requisitos de monitoramento necessários para proteger a saúde pública e o ambiente em projetos de reúso potável indireto através das outorgas de descarte emitidas. Os padrões de qualidade e requisitos de monitoramento do efluente sanitário da UOSA são apresentados na Tabela 8.2.

Tabela 8.2: Padrões de qualidade e requisitos de monitoramento – Projeto UOSA

Parâmetro	Limites de Lançamento				Exigências de Monitoramento	
	Média Mensal	Média Semanal	Mínimo	Máximo	Frequência	Tipo de Amostragem
Vazão	-	-	-	-	Continuamente	Monitoramento em tempo real
pH	-	-	6,0	9,0	1/Dia	Coleta simples
DQO	10 mg/L ou 2000 kg/dia	2,5 mg/L ou 5100 kg/dia	-	-	5 dias/semana	Coleta em 24h (proporcional a vazão)
SST	1,0 mg/L ou 200 kg/dia	2,5 mg/L ou 510 kg/dia	-	-	5 dias/semana	Coleta em 24h (proporcional a vazão)
NTK	1,0 mg/L	2,5 mg/L	-	-	5 dias/semana	Coleta em 24h (proporcional a vazão)
Surfactantes (Tensoativos)	0,10 mg/L	0,25 mg/L	-	-	1/mês	Coleta em 24h (proporcional a vazão)
OD	-	-	5,0 mg/L	-	1/dia	Coleta simples
Turbidez	0,50 NTU	-	-	-	1/dia	3 Coletas em 24h (a cada 8h)
Cloro Residual Total	0,008 mg/L	0,010 mg/L	-	-	1/dia	Coleta simples
<i>E. Coli</i> (Média Geométrica)	< 2 n/100mL	-	-	-	1/dia	Coleta simples
Fósforo Total	0,10 mg/L	0,25 mg/L	-	-	5 dias/semana	Coleta em 24h (proporcional a vazão)

NTK: Nitrogênio Total Kjeldahl; SST: Sólidos em Suspensão Total

Fonte: Adaptado de UOSA (2018)

O monitoramento da qualidade da água é feito pelo Laboratório de Monitoramento da Bacia de Occoquan, do Departamento de Engenharia Civil do Instituto Politécnico da Virginia, como parte do Programa de Monitoramento da Bacia de Occoquan. A Tabela 8.3 demonstra a qualidade típica do efluente da UOSA.

Tabela 8.3: Qualidade típica do efluente tratado da UOSA

Paramêtros	Concentração média
SST	0,3 - 0,6 mg/L
pH	7,1 - 7,7
Carbono Orgânico Total	2 - 3 mg/L
Fósforo Total	40 - 90 ug/L
Nitrogênio Total	5 - 25 mg/L
Turbidez	0,1 - 0,2 NTU
Coliformes Totais	Não detectado
Concentração de Cloro	Não detectado

Fonte: Adaptado de UOSA (2018).

- **Financiamento e política tarifária**

Em pouco mais de 40 anos, a UOSA implementou o projeto e realizou três grandes expansões. Recentemente, tem feito uma série de projetos de construção menores para atender às necessidades que vão surgindo.

O projeto original foi parcialmente financiado com subsídios da USEPA. O custo de implantação da planta original foi cerca de US\$ 75 milhões, dos quais 50% foram subsidiados pelo governo federal. Desde então, a maioria dos projetos foi financiada com vendas de títulos. Além disso, a UOSA tem um pequeno empréstimo de conservação de energia de cerca de US\$ 5 milhões e recebeu subsídio do estado de cerca de US\$ 3 milhões para um projeto recente.

O custo total empregado até hoje na construção da estação de tratamento e dos sistemas de coleta de esgoto foi de aproximadamente US\$ 500 milhões (exclui custos de engenharia, serviços da dívida e custos administrativos). A infraestrutura da UOSA no valor atual está avaliada em mais de US\$ 1 bilhão.

Como explicado anteriormente, a UOSA é uma agência formada por acordo/resolução entre quatro jurisdições municipais. Todos os custos (incluindo

custos de financiamento) são pagos por aproximadamente 250 mil contribuintes dessas jurisdições que lançam efluente sanitário nas redes.

Os quatro municípios são responsáveis pela determinação da estrutura tarifária e pela cobrança individual dos contribuintes. Após o recolhimento, a UOSA fatura as taxas de esgoto de cada municipalidade.

- **Domínio da água**

Os direitos sobre a água foram estabelecidos pela Commonwealth para o caso especial da UOSA como uma planta de reúso. Por decreto, a UOSA pode promover reúso não potável direto (exemplo: agrícola, industrial), quando viável. Entretanto, isso impactaria o rendimento do reservatório, afetando as operações da Fairfax County Water Authority e até mesmo a saúde do reservatório. Por esse motivo, houve discussões recentes a respeito do domínio da água. Esse decreto não representa um problema imediato, a menos que a UOSA decida reutilizar o efluente sanitário tratado por uso consuntivo em vez de lançá-lo no corpo hídrico Bull Run, tributário do Reservatório Occoquan.

- **Aceitação social**

A população que vive na Bacia de Occoquan tem uma variedade de programas disponíveis que a inserem à comunidade da bacia. Os cidadãos podem desempenhar um papel fundamental de apoio na elaboração dos Planos Diretores da bacia, além de contarem com programas educacionais para uso consciente da água.

A UOSA mantém um programa ativo de visitas para estudantes locais, desde a escola primária até a faculdade, durante as quais o processo de reúso é bem explicado. Essas visitas têm sido realizadas há mais de 30 anos, sensibilizando a população local sobre a importância do reúso. Além disso, a UOSA mantém um website público no qual a função do reúso potável é claramente expressa.

- **Outros aspectos relevantes**

A tecnologia de tratamento não envolve osmose reversa (OR) – que exige investimento elevado de capital – e mesmo assim atende aos parâmetros restritivos de qualidade da água exigidos pelo Departamento de Qualidade Ambiental da Virgínia há mais de 30 anos.

A política de reúso estabelecida pelo estado da Virgínia proíbe o reúso potável direto, bem como a utilização de efluente sanitário tratado em piscinas, banheiras, preparação de alimentos, entre outros.¹⁵

b) Projeto de Atotonilco – Vale de Mezquital – México

- **Contexto do projeto**

A ETE Atotonilco está localizada no município de Atotonilco el Alto, no Vale do Mezquital, ao norte do Vale do México. Após sua completa implementação, no final do ano de 2016, a estação passou a ter a capacidade média de 35 m³/s e trata os efluentes de aproximadamente 60% das 20,1 milhões de pessoas que vivem na Região Metropolitana da Cidade do México.

No Vale do Mezquital, a combinação de águas pluviais e efluente sanitário do Vale do México tem sido utilizada para a irrigação agrícola desde o início do século XX, transformando terras áridas em um distrito de irrigação altamente produtivo com uma extensão de mais de 80 mil hectares, gerando fonte de renda para aproximadamente 60 mil famílias que vivem da agricultura. A maior parte do solo (aproximadamente 94%) é utilizada para o cultivo de forragem (principalmente milho e alfafa), mas a área restante é utilizada para plantio de produtos consumidos diretamente por seres humanos (principalmente coentro), que tem um valor comercial consideravelmente mais elevado. O uso de efluente sanitário não tratado para irrigação no vale resultou em graves problemas sanitários e ambientais devido à contaminação, principalmente por patógenos (Sandino *et al.*, 2012).

Procurando preservar os benefícios do uso/reúso de efluente sanitário para a agricultura no Vale do Mezquital e ao mesmo tempo eliminar o seu histórico efeito nocivo à saúde pública e ao meio ambiente, a Comissão Nacional da Água (Conagua) criou, em novembro de 2007, um programa de longo prazo para gestão da sustentabilidade hídrica no local (Programa de Sustentabilidad Hídrica de la Cuenca del Valle de México, PSHCVM). O programa também visa reduzir a extração de águas subterrâneas, prevenir a inundação de áreas urbanas e desenvolver uma nova fonte de recursos hídricos para a Cidade do México.

O efluente sanitário tratado pela planta de Atotonilco irriga os mesmos 80 mil hectares que são atualmente irrigados no Vale do Mezquital, beneficiando mais de

¹⁵ Fonte: UOSA (2018); e AWWA/WEF (1998).

300 mil pessoas diretamente envolvidas na agricultura nessa área (além dos consumidores dos produtos).

O volume de efluente sanitário tratado pela planta em um ano típico é de mais de 1.000 Mm³, que a torna a maior estação de tratamento avançado de esgoto implementada em projeto único já construída no mundo. O projeto está sendo conduzido como um plano de financiamento do tipo Projeto-Construção-Operação Parcial (*Design-Build-Operate Partial*).

- **Descrição técnica do projeto de reúso**

Os componentes principais do PSHCVM são as quatro estações de tratamento de esgoto, bem como o Emissário Oriental (*Túnel Emisor Oriente*, TEO), um túnel de 60 km de comprimento com diâmetro interno de 7,5 m, construído para aumentar a eficiência e a confiabilidade da drenagem de efluente sanitário e águas pluviais para o Vale do Mezquital, de modo a evitar inundações nas áreas urbanas do Vale do México.

A maior das estações, a ETE Avançada Atotonilco, está localizada ao final do Emissário Central (*Túnel Emisor Central*) que é o maior emissário de efluente sanitário da Cidade do México (Figura 8.6).

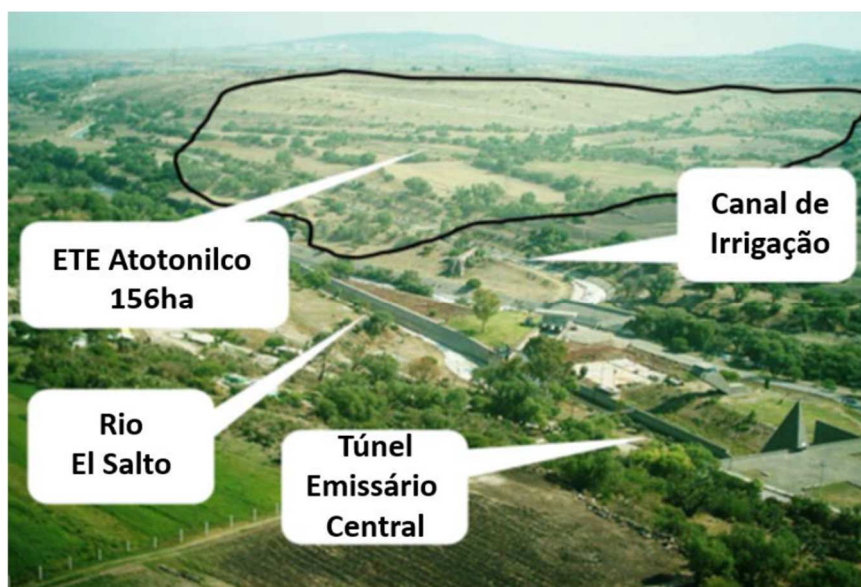


Figura 8.6: Atotonilco – Localização do ponto de lançamento do emissário central e da ETE

Fonte: Adaptado de Sandino *et al.* (2012)

Atualmente, a vazão média de esgoto combinado proveniente do Emissário Central é de 51 m³/s durante a estação chuvosa (junho a outubro) e 23 m³/s durante a estação seca (novembro a maio).

Na estação seca, todo o efluente vai diretamente para a irrigação agrícola no Vale do México; na estação chuvosa, parte do efluente vai para irrigação e o restante reabastece o Reservatório Endhó, que complementa a fonte de água para irrigação no Vale do Mezquital durante a estação seca.

Com todas essas considerações, a ETE Avançada Atotonilco foi concebida com duas linhas de tratamento em paralelo: uma para atender a irrigação direta e a outra para atender as necessidades do reservatório, a saber:

- A primeira linha, chamada de Linha de Processos Convencionais, tem vazão de projeto de 23 m³/s e utiliza o processo de tratamento de lodo ativado (conservando o máximo possível dos nutrientes presentes no efluente) seguido de desinfecção do efluente.
- A segunda linha de tratamento, denominada de Linha de Processos Químicos, tem capacidade projetada de 12 m³/s e foi concebida para tratar tanto quanto possível o escoamento de águas pluviais da estação chuvosa através do tratamento primário quimicamente reforçado, seguido de filtração e de desinfecção.

A Figura 8.7 apresenta o fluxograma do processo de configuração global da ETE Avançada Atotonilco.

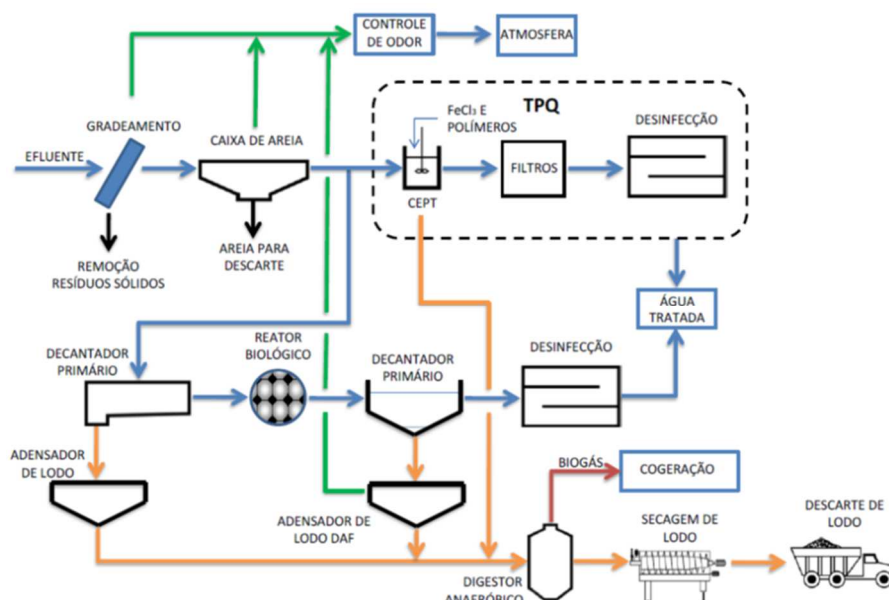


Figura 8.7: Fluxograma dos processos da ETE Avançada Atotonilco

Fonte: Adaptado de Sandino *et al.* (2012)

Uma característica única do ETE Avançada Atotonilco é que ambas as linhas foram concebidas para serem capazes de lidar com um adicional de 20% de vazão, com uma redução relativamente pequena e, portanto, tolerável da qualidade do efluente. Além disso, elas compartilham o mesmo processo de tratamento preliminar, que se dá através do recebimento do esgoto bruto, seguido por gradeamento em duas fases (grades grossas e finas) e 16 caixas de areia com aeração. O processo preliminar foi dimensionado para tratar vazões de até 50 m³/s e conta com controle de odor. Em seguida, uma estrutura de distribuição de vazão divide o efluente entre as duas linhas.

A Linha de Processos Convencionais recebe o efluente preliminarmente tratado e o encaminha para tratamento em 18 decantadores primários em tubos lamelares para otimização do espaço. O efluente é então bombeado para 24 tanques de aeração com lodo ativado equipados com difusores de bolhas finas de membranas flexíveis. Cada tanque de aeração é seguido por um decantador secundário retangular de dois compartimentos equipados com duas pontes rolantes longitudinais para remoção do lodo. Em seguida o efluente é enviado para desinfecção em tanques de contato com cloro.

A vazão excedente do efluente preliminarmente tratado é enviada por gravidade à Linha de Processos Químicos, onde o tratamento é realizado por cinco reatores químicos com recirculação interna de lodo, seguido por 30 unidades de filtração. Em seguida o efluente é enviado para desinfecção em tanques de contato com cloro.

Na fase sólida, o processamento do lodo primário da Linha de Processos Convencionais é feito em 16 adensadores por gravidade antes de ser combinado com o lodo proveniente dos reatores químicos da Linha de Processos Químicos e enviado para 30 digestores anaeróbicos. O descarte de lodo da Linha de Processos Convencionais é feito para 12 unidades de flotação e também alimenta os digestores. O biogás gerado nos digestores é usado para gerar energia elétrica por meio de 12 motores de combustão interna e o calor gerado na combustão é aproveitado para aquecimento das caldeiras dos digestores. Essa prática resulta na economia de aproximadamente 205 GWh/ano de energia elétrica utilizada pela planta e na redução de emissão de CO₂ em 145.000 t/ano.

O lodo digerido é desidratado em 12 centrífugas e enviado para silos, onde a torta é armazenada por até dois dias antes da secagem e disposição em aterro exclusivo no local. Para secagem e redução de massa, a torta é espalhada sobre o solo em camadas finas de até uma polegada, para promover redução de umidade através do ar. Por fim, o lodo é misturado com o solo para reduzir ainda mais a umidade e garantir que a decomposição dos sólidos voláteis restantes ocorrerá sob condições aeróbias. Aproximadamente 66% dos 156 hectares será destinado à operação de secagem do lodo e ao aterro exclusivo local. A Figura 8.8 exibe um layout das instalações da ETE Avançada Atotonilco que estão sendo construídas.

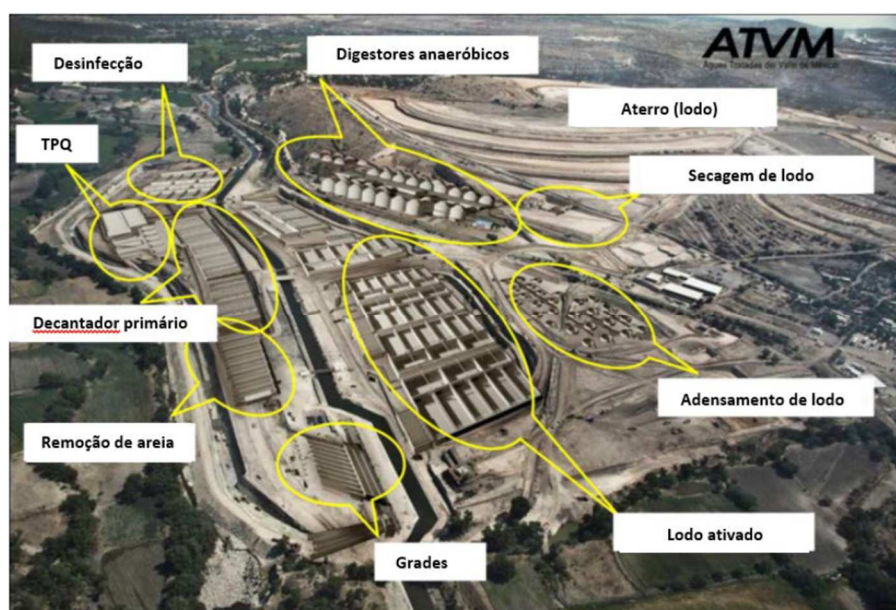


Figura 8.8: Layout das instalações da ETE Avançada Atotonilco

Fonte: Adaptado de Sandino *et al.* (2012)

- **Governança das unidades de reúso**

O consórcio Aguas Tratadas del Valle de México, por meio de uma parceria público-privada com o Governo do México, é o responsável pela concepção, construção e operação da ETE Avançada Atotonilco.

- **Regulamentação e fiscalização**

A ETE Avançada Atotonilco permite o cumprimento de diversas Normas Oficiais Mexicanas estabelecidas pela Secretaria do Meio Ambiente por meio da Conagua, referentes à descarga de efluentes e disposição do lodo resultante do tratamento.

A Tabela 8.4 apresenta as características do efluente bruto que chega à ETE Avançada Atotonilco, bem como as metas de qualidade para o efluente tratado que

serviram de base para o planejamento das duas linhas. A Conagua atua como órgão fiscalizador para atendimento a essas metas.

Tabela 8.4: Características do efluente bruto e metas do efluente tratado da ETE Avançada Atotonilco

Parâmetro	Efluente Sanitário		Efluente Tratado		
	Estação seca	Estação chuvosa			
DBO	250 mg/L	200 mg/L	Linha de Processos Convencionais	Estação seca	30 mg/L
				Estação chuvosa	35 mg/L
SST	250 mg/L	400 mg/L	Linha de Processos Convencionais	Estação seca	40 mg/L
				Estação chuvosa	70 mg/L
			Linha de Processos Químicos	Estação seca	45 mg/L
				Estação chuvosa	75 mg/L
NTK	40 mg/L	25 mg/L		-	
Fósforo total	12 mg/L	9 mg/L		-	
Coliformes fecais	2,0 E ⁷	1,0 E ⁸		1.000	
Ovos de helminto	4 No/L	7 No/L		1	

Fonte: Adaptado de Sandino *et al.* (2012).

• Financiamento e política tarifária

A aprovação que a Conagua precisava do Governo Federal para prosseguir com o projeto foi obtida em uma época de economia ruim não só para o México, mas para o mundo de forma geral. Nessas circunstâncias, a ETE Avançada Atotonilco foi, por necessidade, uma instalação austera.

A filosofia de concepção da planta foi de incluir apenas o que fosse absolutamente necessário para atingir os objetivos do projeto e deixar de fora tudo o que pode ser considerado supérfluo ou não essencial.

O custo resultante do projeto reflete essa preocupação com o orçamento. O pagamento anual médio para o contratante, estimado no ano 2011, foi de US\$ 120 milhões, incluindo a construção e todos os custos de operação e manutenção, bem como os custos de financiamento para os 51% dos custos de construção pelo contratante. O resultado final é de cerca de US\$ 12 milhões por mês, para tratar o efluente sanitário de um equivalente de população de 12 milhões de pessoas, ou seja,

US\$ 1,00 por mês por pessoa. Esses custos baixos de tratamento foram, em parte, o resultado de grandes economias em custos de operação através do uso otimizado em larga escala do biogás gerado pelos digestores da planta, a combinação de 65% dos efluentes sendo tratados biologicamente e os 35% restantes tratados no processo de precipitação química, além do baixo custo relativo ao método adotado de descarte de lodo em aterro local.

Para implementação do projeto, a Conagua optou por um contrato de financiamento *Design-Build-Operate-Partial*, com 49% dos custos de construção do projeto financiados pelo Fundo de Desenvolvimento do Governo Federal e os outros 51% financiados pelo contratante. O acordo de 25 anos assinado com o empreiteiro inclui três anos para a construção da planta e 22 anos de operação e manutenção, com uma opção para estender o contrato de operação e manutenção sob condições novas, mutuamente acordadas. A seleção da empreiteira se deu mediante processo de licitação internacional, sendo o vencedor um consórcio entre uma empresa mexicana, uma espanhola e uma japonesa, chamado Aguas Tratadas del Valle de México, anunciado no final de dezembro de 2009. A construção teve início em julho de 2010, com início parcial de operações em julho de 2013 e data de término do contrato existente em julho de 2035.

Todos os custos (incluindo *Capital Expenditure*/Despesa de Capital – CAPEX – e *Operational Expenditure*/Despesa Operacional – OPEX e custos de financiamento) serão pagos por meio da tarifa de esgoto da Cidade de México. Os usuários da água tratada no Vale não contribuem diretamente com o projeto, mesmo sendo beneficiários dele.

- **Domínio da água**

Assim como no Brasil, a água no México é um bem da União. A função da ETE Avançada Atotonilco é tratar o efluente que chega do Emissário Central e devolvê-lo aos canais de irrigação, não tendo nenhum outro direito sobre ele. O efluente sanitário tratado devolvido aos canais de irrigação será então captado pelos agricultores, de acordo com o volume que lhes foram outorgados pela Conagua, responsável pela gestão dos recursos hídricos no México.

- **Aceitação social**

As maiores preocupações da população beneficiada por esse projeto eram relacionadas ao repasse dos custos do tratamento, se a operação diminuiria a quantidade de água que chega ao Vale do Mezquital e se o processo de tratamento eliminaria os nutrientes presentes no efluente (os agricultores foram informados por muitos anos que era melhor usar efluente bruto para a irrigação do que as águas superficiais naturais).

De acordo com a Conagua, por meio de um programa de conscientização, nenhum repasse será feito aos agricultores do Vale do Mezquital, pois a legislação de controle de poluição determina que quem contamina a água (no caso, a Região Metropolitana da Cidade do México) é o responsável pelo custeamento das operações de limpeza. O processo não diminui o volume de água disponibilizado para os agricultores, uma vez que a função da ETE Avanzada Atotonilco é apenas tratar parte do efluente e o devolver ao canal de irrigação, além de permitir a conservação da maior quantidade de nutrientes, como nitrogênio e fósforo (Conagua, 2012).

- **Outros aspectos relevantes**

Um aspecto técnico fundamental desse projeto, aplicável a grandes áreas urbanas com sistemas combinados de esgotos e grandes variações de precipitação ao longo do ano (característica da maioria das megalópoles de países em desenvolvimento localizadas em zonas temperadas), é a incorporação de um sistema relativamente convencional de tratamento biológico de efluentes (configurado com um esquema de otimização da energia gerada pelo lodo) projetado para tratar vazões e cargas orgânicas características de estações secas, além de contar com sistema físico/químico para tratar vazões excedentes e condições extremas de carga orgânica características de estações chuvosas.

Em relação às questões econômicas, o projeto é um exemplo de como as restrições financeiras, que são cada vez mais comuns no cenário de mercado atual, podem ser resolvidas com a contratação de parcerias público-privadas, em que ambas as partes podem trazer recursos financeiros e conhecimentos especializados ao projeto para concepção e construção de instalações de baixo custo relativo, que possam atender de forma confiável as metas públicas e de proteção ambiental, utilizando o mínimo necessário de recursos.

Do ponto de vista político, as entidades responsáveis pela gestão dos sistemas de esgotamento sanitário da Região Metropolitana da Cidade do México (âmbito municipal/estadual) não cumpriram seu papel em relação ao tratamento dos efluentes, de maneira que a Conagua (âmbito federal) decidiu construir a planta e posteriormente cobrar os custos do tratamento dessas entidades. Como a Conagua possui autoridade de gestão das águas no México, nesse projeto ela é responsável pela operação da planta por meio do consórcio contratado e, ao mesmo tempo, pelo monitoramento, regulamentação, licenciamento e concessão de outorgas.¹⁶

c) Projeto de Windhoek – Windhoek – Namíbia

- **Contexto do projeto**

O clima desértico e a ausência de segurança hídrica em Windhoek, capital da Namíbia, foram os principais impulsionadores do projeto, que faz reúso direto potável desde 1969.

A ETA de Reúso de Goreangab, situado no subúrbio noroeste de Windhoek, é um exemplo de inovação praticada em um país com recursos limitados, tanto naturais quanto financeiros.

- **Descrição técnica do projeto de reúso**

A princípio, a ETA de Reúso de Goreangab tratava a água bruta proveniente da represa de Goreangab, até que em 1969, por motivos de escassez hídrica, a planta começou a receber o efluente sanitário tratado da ETE Gammans, de modo que a ETA planta passou a operar como uma Estação de Tratamento de Água de Reúso (ETAR). A ETAR deixou de captar água da represa de Goreangab pois a qualidade da água da represa era muito inferior ao efluente da ETE Gammans. A Figura 8.9 mostra um esquema simplificado do reúso potável realizado em Windhoek.

Um dos pilares para a implantação da ETAR foi o fato de a cidade separar o efluente doméstico do industrial. O efluente industrial é enviado para uma estação de tratamento à parte e a ETAR recebe apenas o efluente de áreas domésticas e comerciais.

Após a última modernização da planta, em 2002, a ETAR Goreangab conta com o mais moderno processo de tratamento de água de reúso (Figura 8.10).

¹⁶ Fonte: Conagua (2012); e Sandino *et al.* (2012).

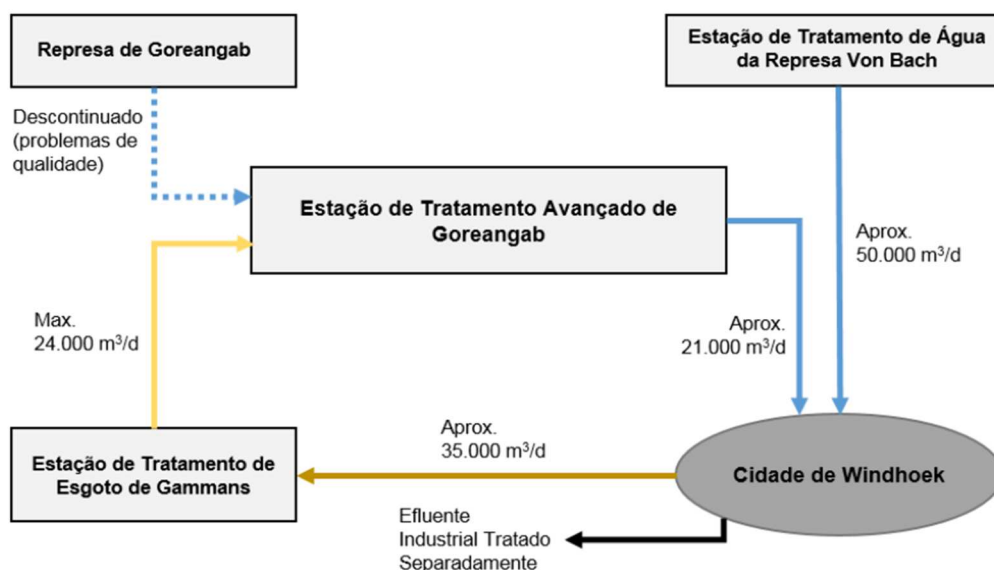


Figura 8.9: Esquema simplificado do projeto em Windhoek

Fonte: Adaptado de WABAG (2014)

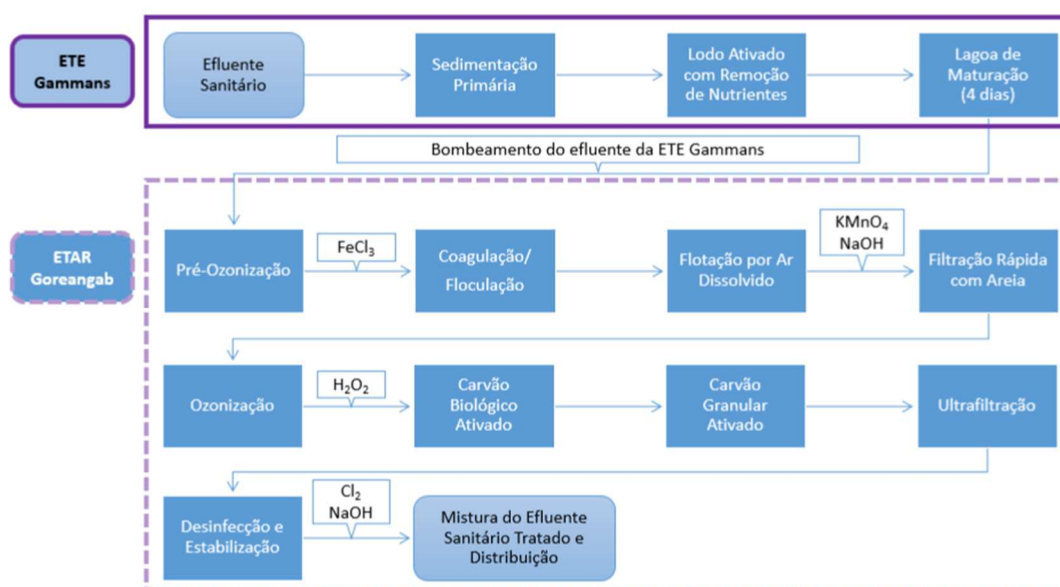


Figura 8.10: Fluxograma do processo atual da ETAR Goreangab

Fonte: Adaptado de MetCalf & Eddy/AECOM (2007)

Embora não empregue OR, a planta utiliza o conceito de Múltiplas Barreiras para reduzir as concentrações de substâncias até o limite exigido pela Diretriz de Reúso (principalmente parâmetros microbiológicos) e eliminar riscos associados à saúde pública. Essas barreiras são:

- Barreiras Não Relacionadas a Tratamento: Ações de segurança que não envolvem o tratamento em si, tais como: Envio do efluente industrial para uma ETE separada; Monitoramento completo do processo de tratamento da ETE Gammans, permitindo ações corretivas antes da chegada do efluente à ETAR, quando necessário; Monitoramento extensivo da qualidade da água potável; Mistura da água proveniente da ETAR com água tratada de diferentes origens, de modo que o efluente sanitário tratado componha 30% da água potável durante períodos normais e até 50% durante períodos de seca.
- Barreiras Através do Tratamento: Sistemas contínuos de tratamento para redução de substâncias indesejáveis na água até um nível aceitável (segundo Figura 8.10).
- Barreiras Operacionais: Barreiras adicionais, como potencial para adição de Carvão Ativado em Pó, no caso de a capacidade de adsorção do Carvão Granular Ativado estiver muito baixa, ou se a carga orgânica do efluente que chega à ETAR estiver muito alta; ou potencial para recircular água caso não esteja atingindo metas na entrada ou na saída do sistema.
- **Governança das unidades de reúso**

A Companhia de Windhoek para Operação de Goreangab é uma companhia limitada criada especificamente para operação e manutenção da Nova ETAR Goreangab, com participação das empresas Veolia (67%) e Wabag (33%). A Companhia de Windhoek para Operação de Goreangab firmou um contrato de operação e manutenção de 20 anos (começando em 2002) com a Prefeitura de Windhoek, tornando-se responsável pela manutenção total da planta, por todas as substituições de equipamentos programadas e pela entrega da planta nas condições estipuladas ao final do contrato.

- **Regulamentação e fiscalização**

Na concepção do projeto, ainda não estavam disponíveis diretrizes para reúso potável direto da água, de modo que para implementação dessa prática a cidade de Windhoek fez uma compilação dos parâmetros de qualidade de diferentes especificações e diretrizes relevantes, entre elas, as Diretrizes de Água Potável da Namíbia e os padrões de qualidade da USEPA, da UE, da OMS e da África do Sul. A fim de assegurar uma melhor performance dos processos, foram estipulados

parâmetros intermediários para não impossibilitar a obtenção da qualidade final exigida do efluente, sendo que, caso esses parâmetros não sejam atingidos, a planta entra em modo de reciclagem até o atendimento dos mesmos.

Desde 2005, a fiscalização regulamentar das operações da planta é realizada pela Bureau Veritas, um órgão regulador independente, que se baseia em normas do Sistema de Gestão de Qualidade da ISO 9001 e em análise de ameaças e Pontos Críticos de Controle. São realizadas auditorias independentes anualmente, enquanto a certificação de conformidade da planta é renovada a cada três anos.

- **Financiamento e política tarifária**

O projeto de modernização da ETAR Goreangab foi financiado com recursos do Banco Europeu de Investimento (45%), do Banco Alemão de Desenvolvimento (50%) e da Prefeitura de Windhoek (5%).

Com o recurso financeiro do empréstimo, a prefeitura firmou um contrato de *Engineering, Procurement, and Construction* com um consórcio entre as empresas DB Thermal e Wabag para construção da planta.

Uma das exigências do Banco Europeu de Investimento foi que a operação e manutenção da planta deveriam ser feitas por empresas internacionalmente reconhecidas durante o termo do empréstimo (20 anos). Por isso, a Prefeitura de Windhoek firmou contrato de operação e manutenção com a Companhia de Windhoek para Operação de Goreangab.

Nesse contrato de operação e manutenção estão previstos indicadores de quantidade e qualidade da água de reúso, que estão diretamente ligados ao repasse que é feito pela prefeitura à Companhia de Windhoek para Operação de Goreangab, de maneira a incentivar ao máximo que a planta, em sua operação, atinja os parâmetros quali-quantitativos exigidos pela cidade. Em outras palavras, a receita de operação da companhia depende do atendimento de indicadores de performance contratuais.

Podemos assumir que a cidade, por sua vez, repassa os custos da produção da água de reúso à população através da conta de água, uma vez que nesse caso é feito reúso potável do efluente sanitário tratado. Esses custos são consideravelmente menores do que a captação, tratamento e distribuição de água produzida por outras fontes de recursos hídricos (Tabela 8.5).

Tabela 8.5: Custo de produção da água de reúso da ETAR Goreangab

Item	Valor (€ - Euros)
CAPEX (Despesa de Capital)	8,9 milhões
Equipamento e I&C	5,9 milhões
Obras civis	3,0 milhões
Produção de água de reúso	16.000 m ³ /d
CAPEX	0,14/m ³
OPEX (Despesa Operacional)	0,54/m ³
Reúso potável direto	0,68/m ³
Alternativa 1: Transposição de água do Rio Okavango	14/m ³
Alternativa 2: Água do aquífero Tsumeb	4,0/m ³

Fonte: Adaptado de WABAG (2014)

- **Aceitação social**

Para obter confiança do público, a estratégia principal da cidade de Windhoek foi investir no controle e monitoramento da qualidade da água, além de um extenso trabalho de conscientização do público. O monitoramento é feito de forma contínua. Em cada unidade de processo de tratamento são coletadas amostras de água e, caso algum parâmetro exceda o limite estipulado, a planta imediatamente entra em modo de reciclagem e deixa de produzir água para abastecimento. O produto final também é continuamente monitorado, e todos os parâmetros de qualidade são criteriosamente analisados.

O reúso potável é amplamente divulgado na cidade, a inauguração da planta mais recente, em 2002, contou com a presença do presidente do país e com a cobertura da TV e outras mídias. A planta é constantemente visitada por estudantes e pela comunidade científica local e internacional. Não há registros de reclamações em relação à qualidade da água fornecida pela estação por parte dos consumidores, que já estão acostumados com a ideia do reúso potável direto e têm até certo orgulho, uma vez que a cidade onde vivem é referência mundial na modalidade.

- **Outros aspectos relevantes**

Pelo fato de a Cidade de Windhoek estar inteiramente situada na bacia de Goreangab, a qualidade da água do Reservatório Goreangab é frequentemente pior

que o efluente sanitário tratado vindo da ETE Gammans, de modo que a água do Reservatório Goreangab não é mais utilizada no processo de mistura.

Está sendo considerada a adição de uma etapa de dessalinização no processo de tratamento, uma vez que foi observado um aumento de 50% da salinidade da água potável nos últimos 50 anos. Uma opção considerada é de tratar de 20% a 30% do permeado da ultrafiltração por meio de membranas de OR e, então, misturar com o restante do permeado da ultrafiltração.¹⁷

d) Projeto de Perth – Austrália Ocidental – Austrália

- **Contexto do projeto**

Perth é a capital e a maior cidade do estado da Austrália Ocidental, quarta cidade mais populosa na Austrália, com aproximadamente 2 milhões de habitantes em sua região metropolitana. Possui clima similar ao clima mediterrâneo. A região sudoeste do estado de Austrália Ocidental passou por uma severa mudança climática nos últimos 30, 40 anos. A diminuição do volume de chuva reduziu as vazões nos cursos d'água para menos de um terço de suas médias históricas (Water Corporation, 2009). Esse período coincidiu com o rápido crescimento populacional e o desenvolvimento econômico de Perth e da região sudoeste do estado em geral.

Historicamente, a fonte de recursos hídricos para a Região Metropolitana de Perth eram as águas superficiais (por meio de reservatórios) e os aquíferos subterrâneos. Porém, houve uma drástica queda na vazão de entrada dos reservatórios de aproximadamente 338 Mm³ entre 1935 e 1974, para 75,3 Mm³ entre 2006 e 2010. Em 2010, foi registrada a menor vazão de entrada de todos os tempos, sendo suficiente para atender à demanda de consumo equivalente a apenas 13 dias de verão.

Com esse declínio drástico na produção e previsões de que a chuva vai diminuir ainda mais durante os próximos 50 anos, o Governo da Austrália Ocidental, por meio da Water Corporation, desenvolveu um plano estratégico de 50 anos para o abastecimento de água chamado *Water Forever: Toward Climate Resilience* (Água para Sempre: Rumo à Resiliência Climática). O plano inclui medidas de conservação de água para reduzir o consumo em 25%, o desenvolvimento de fontes alternativas (por exemplo, construção de estações de dessalinização), além do aumento em 60%

¹⁷ WABAG (2014).

do reúso de água, que inclui o tratamento avançado e reúso de efluentes sanitários através da recarga de lençóis freáticos.

Dentro do plano a longo prazo, está o *Water Forever: Whatever the Weather* (Água para Sempre: Independentemente do Clima), um plano estratégico de 10 anos para abastecimento de Perth. A recarga de lençóis freáticos (esquema da Figura 8.11) é um dos componentes principais desse plano que visa tornar a cidade à prova de seca até 2022.

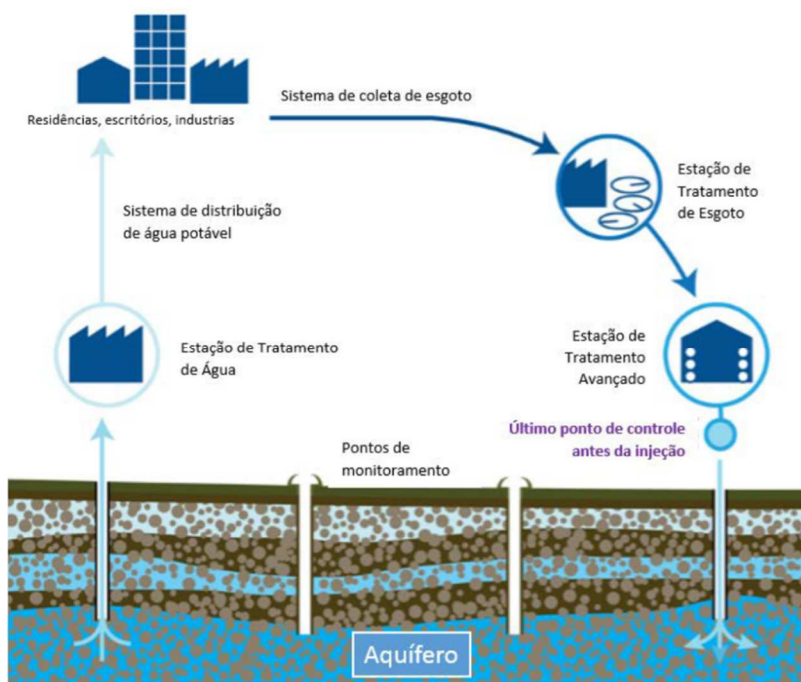


Figura 8.11: Esquema do projeto de recarga de lençóis freáticos de Perth

Fonte: Water Corporation (2013)

- **Descrição técnica do projeto de reúso**

Antes da implementação da recarga de lençóis freáticos em larga escala, foi realizado um projeto piloto que envolveu a construção e operação de uma ETAR, que tratava o efluente secundário da ETE Beenyup. O processo contava com desinfecção por ultrafiltração, OR e ultravioleta para produzir água com qualidade suficiente para atender às Diretrizes Australianas de Água Potável. A Figura 8.12 ilustra o fluxograma do projeto piloto de recarga de lençóis freáticos.

Após reciclada, a água era então enviada ao aquífero confinado de Leederville, a uma profundidade de aproximadamente 120 a 215 metros. A qualidade da água era monitorada durante todo o processo de tratamento e posteriormente enviada por uma rede extensiva de 22 poços de monitoramento ao longo da ETE e da

ETAR. O projeto piloto, supervisionado pelo Departamento de Saúde (DoH), Departamento de Água (DoW) e Departamento Ambiental e de Conservação (DEC), além de consultores técnicos, tinha três objetivos principais:

- Constituir um quadro propício para as três agências reguladoras desenvolverem normas ambientais e de saúde e uma política para recarga de lençóis freáticos;
- Demonstrar a viabilidade técnica do processo de tratamento e a resposta do aquífero em atender com segurança aos regulamentos ambientais e de qualidade da água;
- Conscientizar e encorajar a comunidade acerca da recarga de lençóis freáticos e seu potencial futuro como fonte de água potável.

O projeto piloto operou de novembro de 2010 até dezembro de 2012.

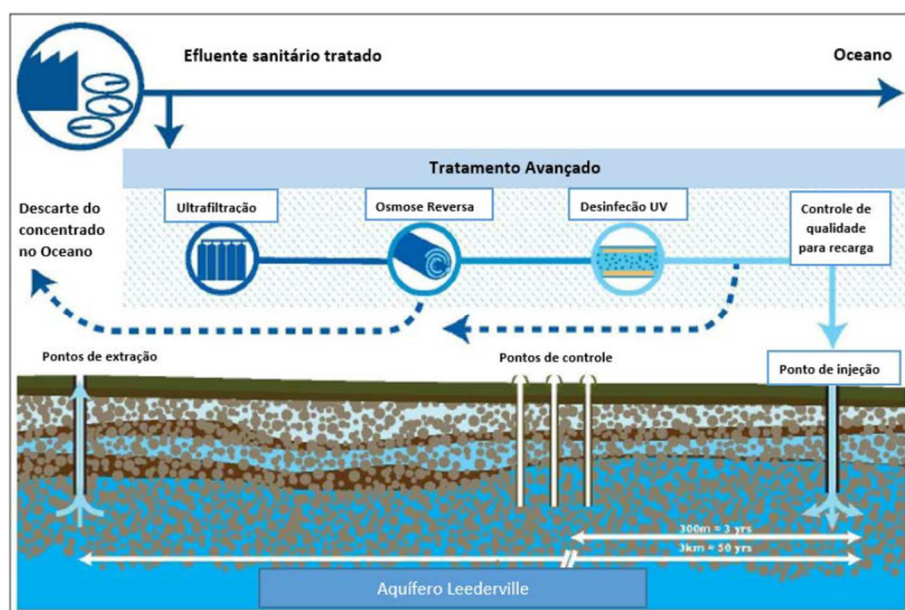


Figura 8.12: Fluxograma do projeto piloto de recarga de lençóis freáticos de Perth

Fonte: Water Corporation (2013)

Para assegurar que tanto a ETE quanto a ETAR piloto operavam de maneira segura e consistente para atender aos critérios de qualidade da água, proteção da saúde humana e proteção ambiental do aquífero, a Water Corporation criou Pontos Críticos de Controle (PCC) ao longo do processo de tratamento. Sempre que um parâmetro não atendesse ao critério em um PCC, a água era desviada do processo.

O diagrama ilustrado na Figura 8.13 mostra os PCC estabelecidos para a ETAR piloto. O processo de tratamento atendia aos critérios dos PCC em 99,93% do tempo.

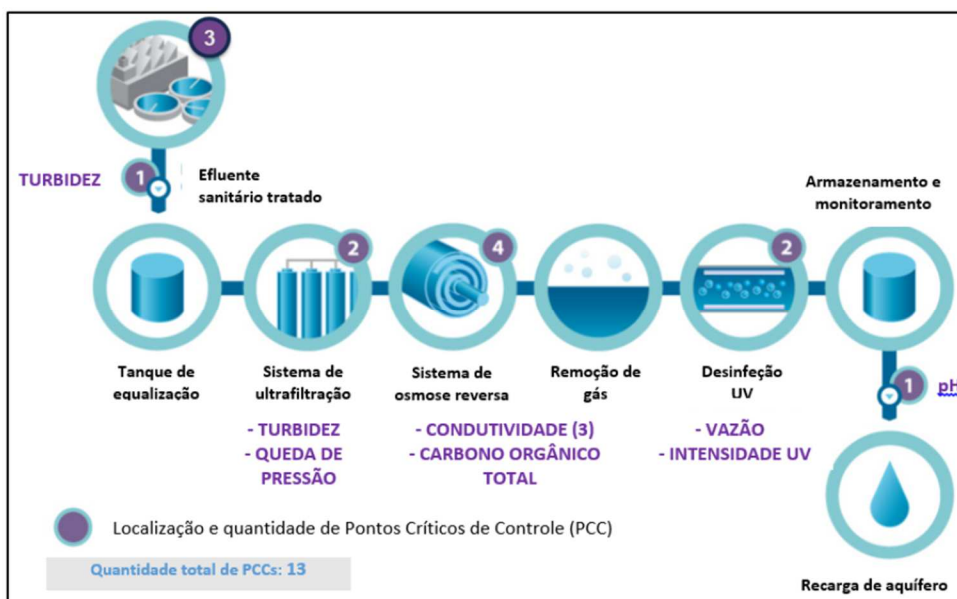


Figura 8.13: PCC da ETAR Piloto

Fonte: Water Corporation (2013)

Após a conclusão dos testes na ETAR piloto, o DoH, o DEC e o DoW determinaram que a recarga de lençóis freáticos é uma fonte de recursos hídricos segura e sustentável. Em agosto de 2013, o Governo do Estado da Austrália Ocidental anunciou que a recarga de lençóis freáticos se tornaria a nova fonte de recursos hídricos independente de fatores climáticos para abastecimento de Perth.

A Water Corporation então emitiu Termos de Referência para propostas de serviços de engenharia, construção e comissionamento de uma ETAR em larga escala através de uma aliança competitiva. Em novembro de 2013, selecionou duas equipes para elaborar um projeto preliminar e estimar o custo total da execução para três fases distintas da ETAR: 7, 14 e 28 Mm³/ano. Em julho de 2014, selecionou o consórcio entre CH2m HILL e Thiess Construtores para executar o projeto detalhado, construção e comissionamento da ETAR, com capacidade de 14 Mm³/ano a ser construída nas imediações da ETE Beenyp, e a chamou de ETAR Beenyp.

O processo de tratamento ETAR Beenyp, como mostrado na Figura 8.14, é muito semelhante ao processo utilizado no projeto piloto. Além de ultrafiltração, OR e ultravioleta, o processo inclui grades grossas e finas para proteger as membranas de ultrafiltração; dosagem de cloraminas pré-formadas antes das grades finas para evitar

a incrustação nas unidades de processamento a jusante; dosagem de anti-incrustante e ácido na entrada da OR para evitar a precipitação de sais pouco solúveis em água, principalmente carbonato de cálcio, fosfato de cálcio e sulfato de bário; remoção de gás (completa ou parcial) do permeado da OR para remover o excesso de dióxido de carbono; e dosagem cáustica para o efluente do ultravioleta.

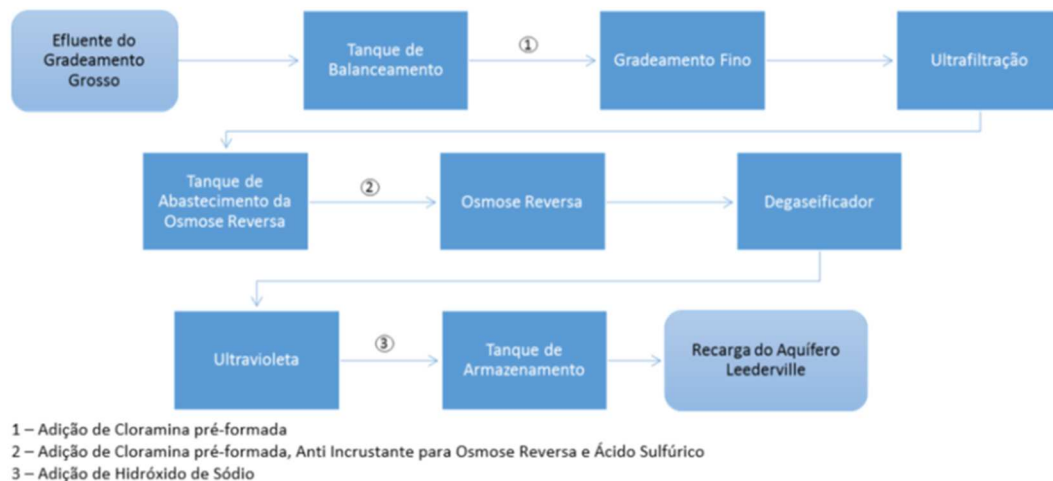


Figura 8.14: Fluxograma do processo de tratamento da ETAR Beenypup

Fonte: Water Corporation (2013)

- **Governança das unidades de reúso**

A ETAR piloto e a de larga escala são propriedades da Water Corporation, que também é responsável pelos serviços de água e esgoto na região.

- **Regulamentação e fiscalização**

Em maio de 2008, o Governo Federal australiano, por meio dos conselhos do meio ambiente, de saúde e de gestão de recursos naturais, publicou a fase 2 das Diretrizes Australianas para Reúso de Água, que diz respeito à Expansão de Fontes de Água Potável. Esse documento é referência obrigatória para regulação dos sistemas de reúso, ficando cada estado responsável por desenvolver as regulações próprias.

No caso do projeto de Perth, o governo do estado da Austrália Ocidental, por meio do Departamento de Águas, desenvolveu a Política de Recarga Controlada de Aquíferos e a publicou em janeiro de 2011. Essa política estabelece os requisitos para obtenção de licença para recarga de aquífero.

A água produzida pela ETAR piloto devia atender a 254 critérios de qualidade da água (que exigiam análise de 292 parâmetros de qualidade da água de reúso) e 18 indicadores definidos pelo DoH e DEC no ponto de recarga.

O programa extensivo de amostragem, que consistiu em 4.104 amostras de conformidade separadas realizadas na fase piloto, demonstrou que o produto do tratamento avançado de efluentes sanitários atendia a todas os critérios de qualidade da água.

- **Financiamento e política tarifária**

Todos os custos associados ao projeto são pagos via tarifas de água e esgoto cobradas da população. A Water Corporation, como a maioria das empresas de saneamento na Austrália, estabelece o preço da conta de água de acordo com o volume consumido. A Figura 8.15 ilustra essa estrutura tarifária e dá um exemplo de valores da conta de água de acordo com o volume utilizado bimestralmente. Parte do dinheiro arrecadado com essas tarifas é destinado ao desenvolvimento de fontes alternativas de recursos hídricos, entre elas, a recarga de aquíferos.

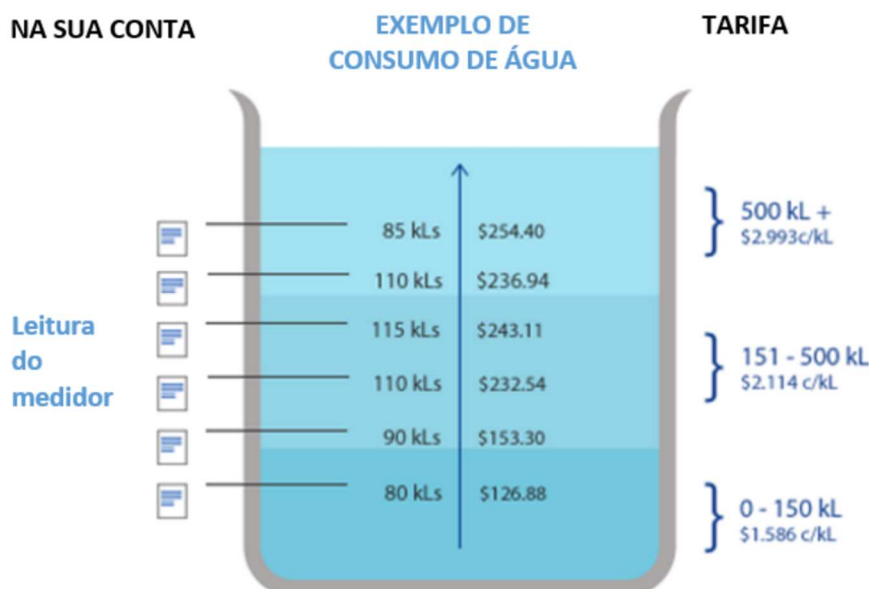


Figura 8.15: Estrutura tarifária de Perth

Fonte: Adaptado de Water Corporation (2018); (em dólares australianos; 1 kL = 1 m³)

O custo capital (em dólares australianos) para implementação da primeira fase do projeto em larga escala (capacidade de produção de 14 Mm³ de água por ano) foi de 100 milhões dólares australianos. O custo operacional é estimado em 8,85

milhões de dólares australianos por ano (aproximadamente 0,63 dólar australiano por metro cúbico).

Na Austrália em geral, projetos individuais não são financiados diretamente por meio de empréstimos específicos; estes são financiados via fluxo de caixa operacional, e o financiamento das operações em geral são realizados mediante a concessão de empréstimos, se necessário. A Water Corporation é uma companhia de saneamento extremamente bem-sucedida financeiramente, tendo retornado aproximadamente 500 milhões de dólares australianos em dividendos ao seu único acionista (o Governo da Austrália Ocidental) em 2015.

- **Domínio da água**

De acordo com o *Rights in Water and Irrigation Act 1914*, do governo da Austrália Ocidental, o domínio e o controle da água estão sob a “coroa” (propriedade do governo). O DoW administra a captação de águas subterrâneas e estabelece limites de captação através do South West Groundwater Areas Allocation Plan; também emite licenças e outorgas para captação de água, construção de poços e obras que interfiram no leito e margens de um curso d’água. Os usuários de água (inclusive a Water Corporation, que capta água dos aquíferos para abastecimento de Perth) enviam solicitações para o DoW a fim de obter licenças de captação de águas subterrâneas de acordo com os limites estabelecidos no plano de alocação de recursos hídricos. O *Water Services Act 2012* fornece isenções no licenciamento para serviços públicos de água.

- **Aceitação social**

A estratégia para engajamento da comunidade e das partes interessadas foi baseada principalmente em uma abordagem *face to face* para construir a confiança ainda na fase piloto do projeto, em vez de depender exclusivamente de meios de comunicação social em massa.

Foi estabelecido um painel consultivo comunitário trimestral representando os setores, incluindo a comunidade, a saúde pública e o meio ambiente. O painel desempenhou um papel fundamental no fornecimento de comentários detalhados sobre todos os aspectos do projeto piloto.

Foi criado um website para o projeto piloto que incluía relatórios periódicos de qualidade da água. Além disso, os mais diversos canais de comunicação de mídia social foram utilizados, permitindo plataformas alternativas de consulta e interação

com o público. Isso incluiu: Facebook e Twitter para diálogo informal; YouTube para postar atualizações rápidas, entrevistas e clipes de informação; Fórum Online – *Have Your Say* para promover discussões independentes da Water Corporation; distribuição eletrônica de boletins trimestrais.

Foram feitas apresentações a mais de 70 grupos de partes interessadas dos setores de saúde, meio ambiente e governo local, incluindo conselhos locais e outras autoridades responsáveis por tomadas de decisão, além de grupos de aborígenes e da comunidade local. Mais de 7.400 adultos e crianças em idade escolar visitaram a estação piloto de tratamento avançado. A Water Corporation recebeu feedback positivo por essa abordagem, com membros da comunidade promovendo debates e buscando mais informações ativamente. A recarga do aquífero foi positivamente recebida e apoiada publicamente por todos. As pesquisas indicaram que aproximadamente 93% da população apoia a construção da ETAR em larga escala, enquanto menos de 2% é contra o projeto (Water Corporation, 2018).¹⁸

e) Considerações em relação a outros projetos

- **Projeto SAFIR – UE**

SAFIR (Safe and High Quality Food Production Using Poor Quality Waters and Improved Irrigation Systems and Management) é um projeto de pesquisa que foi financiado pela UE entre 2002-2006 dentro do programa Sexto Programa-Quadro de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico (EU 6th Framework Research Programme).

Esse programa visou assegurar a saúde e o bem-estar dos cidadãos europeus através de uma melhor compreensão da influência da ingestão alimentar e dos fatores ambientais na saúde humana. Também pretendeu proporcionar aos consumidores europeus alimentos mais seguros, de alta qualidade e promotores da saúde. Isso se deu por meio de pesquisas de sistemas de produção totalmente controlados e integrados, originários da agricultura, da aquicultura e da pesca, onde o reúso de água pode ser também pesquisado.¹⁹

¹⁸ Water Corporation (2011; 2013; 2018).

¹⁹ Cf. Cordis Community Research and Development Information Service. Disponível em: <https://cordis.europa.eu/programme/rcn/714_en.html>. Acesso em: jun. 2018.

- **FRAME (2015-2018)**

Sob a égide da iniciativa europeia de investigação “Water JPI (Iniciativa de Programação Conjunta; Desafios da Água para um Mundo em Mudança), o projeto FRAME foi financiado por três anos (2015-2018). Os principais centros de pesquisa europeus de quatro países (Alemanha, Itália, França e Noruega) trabalharam juntos para desenvolver novas estratégias para minimizar os impactos de uma ampla gama de contaminantes químicos e biológicos ao reutilizar águas residuárias municipais tratadas para recarga de aquíferos com o objetivo de aumentar os recursos hídricos disponíveis de água potável.²⁰

- **Projeto MEDAWARE**

Trata-se de um projeto fundado pela parceria Euro-mediterrânea, mais especificamente pelo Programa de Gestão Local de Água. Os países que dele participam são Chipre (Instituto de Pesquisa Agrícola), Jordânia (Universidade de Ciência e Tecnologia da Jordânia), Líbano (Universidade Americana de Beirute), Marrocos (Universidade Chouaib Doukkali), Autoridade Palestina (Ministério de Assuntos Ambientais), Turquia (universidade Técnica de Istambul e Universidade Técnica do Oriente Médio), Espanha (Centro Tecnológico CARTIF) e Grécia (Universidade Técnica Nacional de Atenas e Sistemas de Prospecto).

O objetivo principal do projeto MEDAWARE foi abordar a questão significativa do tratamento e reúso de águas residuárias urbanas para produção agrícola através da promoção de tecnologias eficazes e práticas seguras. O projeto se concentrou no desenvolvimento de especificações técnicas para tecnologias e sistemas de tratamento de águas residuárias urbanos (incluindo os inovadores) e para o seu reúso. O projeto visou aumentar a reutilização segura de águas residuárias na agricultura com o objetivo geral de economia de água, descarte seguro de efluentes e proteção do meio ambiente e da saúde pública a partir da reutilização descontrolada de efluentes brutos ou de baixa qualidade. Em específico, o projeto visou apoiar as autoridades competentes e todos os atores envolvidos no tratamento e reutilização de águas residuárias urbanas, fornecendo ferramentas e métodos para a promoção de melhores práticas (adaptadas às necessidades e limitações locais) em relação ao tratamento de águas residuárias e reúso.²¹

²⁰ Cf. Jewell *et al.* (2016).

²¹ Fonte: <<http://uest.ntua.gr/archive/medaware/>>. Acesso em: mai. 2018.

8.1.1 Análise dos Projetos

O Quadro 8.1 analisa cada projeto internacional detalhado anteriormente com base nas questões mais relevantes, a saber²²:

- Qual o cenário internacional em relação ao reúso?
- Quais semelhanças e diferenças esses países resguardam com o Brasil?
- Quais os potenciais e as limitações de reúso para cada modalidade?
- Quem será responsável pelos riscos de saúde pública associados ao reúso? Como será a divisão das responsabilidades?
- O reúso indireto necessita de padrões específicos? Ou os padrões de lançamento são suficientes?
- Qual o papel dos entes federados quanto à regulação e fiscalização do reúso?
- Quem tem o domínio do efluente sanitário tratado?
- Quais são os pressupostos e a metodologia a adotar para analisar a viabilidade financeira e econômica dos sistemas de reúso?
- Quando praticado o reúso indireto, quem paga pelos custos do tratamento? O consumidor ou o comitê de bacias?
- Que tipos de incentivos devem ser fornecidos para fomentar o reúso? Onde (região de maior escassez hídrica, ou de maior potencial de demanda)?
- Qual deve ser a política tarifária para os sistemas de reúso?

²² Conforme CH2M – Produto II, 2016.

Quadro 8.1: Análise dos projetos internacionais (*continua*)

Projeto	Quem é responsável pelos riscos de saúde pública associados ao reúso? Como é a divisão das responsabilidades (se aplicável)?	O reúso indireto necessita de padrões específicos? Ou os padrões de lançamento são suficientes?	Qual o papel dos entes federados quanto à regulação e fiscalização do reúso?	Quem tem o domínio do efluente sanitário tratado?	Quais são os pressupostos e a metodologia a adotar para analisar a viabilidade financeira e econômica dos sistemas de reúso?	Quando praticado o reúso indireto, quem paga pelos custos do tratamento? O consumidor ou o comitê de bacias?	Que tipos de incentivos devem ser fornecidos para fomentar o reúso? Onde (região de maior escassez hídrica, ou de maior potencial de demanda)?	Qual deve ser a política tarifária para os sistemas de reúso?
Upper Occoquan Service Authority (UOSA); Virginia – EUA	O Departamento de Qualidade de Água do Estado de Virgínia	Necessitou de padrões suplementares que foram definidos na Política Occoquan	O ente federado é responsável pela regulação e fiscalização. O governo federal define apenas diretrizes (que não existia na época do projeto original).	Os direitos sobre a água (efluente tratado) foram estabelecidos pela Commonwealth para o caso especial da UOSA como uma planta de reúso. Por decreto, a UOSA pode promover reúso direto quando viável (i.e. tem direito ao uso da água).	O projeto proporcionou o tratamento necessário para preservação da qualidade da água no reservatório, não havia outra alternativa no contexto local.	Os custos do tratamento avançado são pagos através das tarifas de água e esgoto (paga pelo consumidor)	O projeto original se beneficiou de incentivos financeiros do governo federal na forma de subsídios para financiamento de 50% do CAPEX.	Não há uma política tarifária separada para o sistema de reúso. O projeto é pago através a tarifa de água e esgoto

Quadro 8.1: Análise dos projetos internacionais (*continua*)

Projeto	Quem é responsável pelos riscos de saúde pública associados ao reúso? Como é a divisão das responsabilidades (se aplicável)?	O reúso indireto necessita de padrões específicos? Ou os padrões de lançamento são suficientes?	Qual o papel dos entes federados quanto à regulação e fiscalização do reúso?	Quem tem o domínio do efluente sanitário tratado?	Quais são os pressupostos e a metodologia a adotar para analisar a viabilidade financeira e econômica dos sistemas de reúso?	Quando praticado o reúso indireto, quem paga pelos custos do tratamento? O consumidor ou o comitê de bacias?	Que tipos de incentivos devem ser fornecidos para fomentar o reúso? Onde (região de maior escassez hídrica, ou de maior potencial de demanda)?	Qual deve ser a política tarifária para os sistemas de reúso?
Projeto de Atotonilco, Vale de Mezquital; Cidade do México – México	Conagua (neste caso, a saúde pública foi um impulsionador do projeto, uma vez que os agricultores utilizavam esgoto bruto misturado com águas pluviais do Vale do México)	Não é reúso indireto; mas vale notar que os padrões de lançamento foram usados para reúso agrícola (sem remoção completa de nutrientes)	A Conagua é responsável pela gestão da água no México (monitoramento, licenciamento, emissão de outorgas, etc.)	Assim como no Brasil, a água no México é um bem da público. A função da ETE Avançada é tratar o efluente que chega do Emissário Central e devolvê-lo aos canais de irrigação, não tendo nenhum outro direito sobre ele.	O projeto proporcionou o tratamento mínimo necessário de modo a atender padrões que garantam a saúde pública.	Não é reúso indireto; mas vale notar que são os contribuintes que lançam efluente sanitário na rede que pagarão pelos custos de tratamento.	O governo federal impôs reúso aos entes locais por questões de saúde pública; o projeto é uma PPP com 49% financiado pelo governo federal	Não há uma política tarifária separada para o sistema de reúso. O projeto será pago via tarifa de esgoto da Cidade de México.

Quadro 8.1: Análise dos projetos internacionais (*continua*)

Projeto	Quem é responsável pelos riscos de saúde pública associados ao reúso? Como é a divisão das responsabilidades (se aplicável)?	O reúso indireto necessita de padrões específicos? Ou os padrões de lançamento são suficientes?	Qual o papel dos entes federados quanto à regulação e fiscalização do reúso?	Quem tem o domínio do efluente sanitário tratado?	Quais são os pressupostos e a metodologia a adotar para analisar a viabilidade financeira e econômica dos sistemas de reúso?	Quando praticado o reúso indireto, quem paga pelos custos do tratamento? O consumidor ou o comitê de bacias?	Que tipos de incentivos devem ser fornecidos para fomentar o reúso? Onde (região de maior escassez hídrica, ou de maior potencial de demanda)?	Qual deve ser a política tarifária para os sistemas de reúso?
Projeto de recarga de lençol freático em Perth; Austrália Ocidental – Austrália	Departamento de Água, Departamento da Saúde e Departamento de Qualidade Ambiental do estado de Austrália Ocidental	Necessitou de padrões específicos – com base nas diretrizes nacionais para reúso indireto – e demonstração através estudo piloto	O ente federado é responsável pela regulação e fiscalização. O governo federal definiu apenas diretrizes.	Domínio da água é do governo. Usuários (inclusive a Water Corporation, que capta água dos aquíferos para abastecer Perth) devem obter outorgas de captação de águas subterrâneas conforme limites estabelecidos no plano de alocação.	Foram feitas análises de viabilidade como parte de um plano estratégico de 50 anos para o abastecimento de água chamado Water Forever: Toward Climate Resilience	Os custos de tratamento avançado são pagos via tarifa de água (paga pelo consumidor) por ser a mesma entidade que trata o efluente sanitário e também distribui a água.	O projeto não recebeu nenhum incentivo financeiro direto do ente federal e/ou estadual; mas o governo federal deu apoio através da publicação de diretrizes técnicas para implementação de tais projetos.	Não há uma política tarifária separada para o sistema de reúso. O projeto faz parte do abastecimento de água da cidade e é integrado à política tarifária de água e esgoto.

Quadro 8.1: Análise dos projetos internacionais (*continua*)

Projeto	Quem é responsável pelos riscos de saúde pública associados ao reúso? Como é a divisão das responsabilidades (se aplicável)?	O reúso indireto necessita de padrões específicos? Ou os padrões de lançamento são suficientes?	Qual o papel dos entes federados quanto à regulação e fiscalização do reúso?	Quem tem o domínio do efluente sanitário tratado?	Quais são os pressupostos e a metodologia a adotar para analisar a viabilidade financeira e econômica dos sistemas de reúso?	Quando praticado o reúso indireto, quem paga pelos custos do tratamento? O consumidor ou o comitê de bacias?	Que tipos de incentivos devem ser fornecidos para fomentar o reúso? Onde (região de maior escassez hídrica, ou de maior potencial de demanda)?	Qual deve ser a política tarifária para os sistemas de reúso?
Projeto de reúso potável de Windhoek; Windhoek – Namíbia	O Ministério da Saúde e a Prefeitura de Windhoek	Não é reúso indireto; mas vale notar que foram desenvolvidos padrões específicos com base em parâmetros de qualidade de diferentes especificações e diretrizes relevantes, entre elas as Diretrizes de Água Potável da Namíbia, e os padrões de qualidade da USEPA, da UE, da OMS e da África do Sul.	Não aplicável (Namíbia não é uma confederação)	Informação não disponível por meio das referências levantadas.	Foi feita uma comparação dos custos entre o projeto de reúso potável e demais alternativas; demonstrando a viabilidade financeira e econômica do projeto.	Não é reúso indireto; mas vale notar que são os consumidores que pagam pelos custos de tratamento através da tarifa de água e esgoto.	O custo associado ao projeto de reúso potável é menor que o custo associado a demais alternativas; assim nenhum incentivo foi necessário para fomentar o reúso.	Não há uma política tarifária separada para o sistema de reúso. O projeto faz parte do abastecimento de água da cidade e é integrado à política tarifária de água e esgoto.

Quadro 8.1: Análise dos projetos internacionais (*conclusão*)

Projeto	Quem é responsável pelos riscos de saúde pública associados ao reúso? Como é a divisão das responsabilidades (se aplicável)?	O reúso indireto necessita de padrões específicos? Ou os padrões de lançamento são suficientes?	Qual o papel dos entes federados quanto à regulação e fiscalização do reúso?	Quem tem o domínio do efluente sanitário tratado?	Quais são os pressupostos e a metodologia a adotar para analisar a viabilidade financeira e econômica dos sistemas de reúso?	Quando praticado o reúso indireto, quem paga pelos custos do tratamento? O consumidor ou o comitê de bacias?	Que tipos de incentivos devem ser fornecidos para fomentar o reúso? Onde (região de maior escassez hídrica, ou de maior potencial de demanda)?	Qual deve ser a política tarifária para os sistemas de reúso?
Observações sobre abordagem	Nos casos de reúso potável, foram as mesmas entidades que são responsáveis pelos riscos de saúde associados aos sistemas de água potável.	Os casos de reúso indireto definiram padrões específicos para suplementar os padrões de lançamento.	Em dois dos três países federativos, o governo federal definiu diretrizes; os entes federados são responsáveis pela regulação e fiscalização.	Abordagem variável nos quatro casos; mas geralmente alinhado com o domínio da água.	Em dois dos quatro casos, foram feitos estudos para comparar a viabilidade financeira e econômica do sistema de reúso com demais alternativas no contexto local	Nos casos de reúso indireto, quem paga pelos custos de tratamento é o consumidor	Variável nos quatro casos: observam-se incentivos financeiros e/ou incentivos através de um quadro legislativo e regulamentar definido e favorável	Nos quatro casos, a política tarifária da água de reúso foi integrada à política tarifária de água e/ou esgoto.

8.2 PROJETOS NACIONAIS

Neste item estão documentados os resultados do inventário de projetos de reúso de efluente sanitário no Brasil e a análise de dois principais projetos nacionais, ilustrando como algumas das considerações gerais se aplicam nesses casos e detalhando-se seus principais aspectos.

A Tabela 8.6 a seguir apresenta os principais projetos nacionais encontrados. De qualquer forma, segue alguns pontos importantes observados:

- Diversas ETEs no Brasil reutilizam o seu efluente após processo de desinfecção, para desobstrução de redes de esgoto, ou outros serviços operacionais dentro da própria ETE. Nesse caso, pode-se citar a ETE Dancing Days, no Recife, como um exemplo dessa modalidade de reúso.
- Também é listado no fim do quadro a ETA do Lago Paranoá da Caesb em relação ao projeto de captação de água no Lago Paranoá, em Brasília. Esse projeto foi listado por ser exemplo de um caso que poderia ser considerado “reúso potável indireto” pelas classificações utilizadas em alguns países; visto que a Caesb opera as duas ETEs que descartam no lago e capta a água do lago, com finalidade de abastecimento humano na área de serviços da companhia.

Ressalta-se que os projetos que serão detalhados são: (i) Aquapolo – em virtude da sua capacidade de produção de água de reúso (1.000 L/s) e também por ser um projeto que já se encontra implementado e operando desde 2012; (ii) Caesb ETA do Lago Paranoá – devido sua modalidade ser classificada como “reúso potável indireto”, sendo coerente com as práticas e regulamentações existentes (incluindo Portaria de Consolidação n. 5/2017 do MS, Resolução Conama n. 357/2005 e Resolução CNRH n. 54/2005).

Tabela 8.6: Dados dos principais projetos nacionais encontrados (*continua*)

Projeto	Localização	Status do Projeto	Fonte de Água de Reúso	Esfera	Modalidades de Reúso	Produtor	Distribuidor	Usuário	Capacidade de Produção	Produção Média	Nível de tratamento
Aquapolo – ETE ABC	São Paulo/SP	Em operação	Efluente Sanitário	Pública/Privada	Reúso não potável para fins industriais	BRK Ambiental/Sabesp	BRK Ambiental/Sabesp	Polo Petroquímico do ABC	1.000 L/s	650 L/s	lodo ativado com membrana de ultrafiltração e OR. Desinfecção por dióxido de cloro.
Água Viva	Camaçari/BA	Em operação	Efluente Sanitário e águas pluvias	Privada	Reúso não potável para fins industriais	Cetrel	Cetrel	Polo Industrial de Camaçari	NI	140 - 220 L/s	Diversas tecnologias
Projeto de reúso da ETE Parque Novo Mundo	São Paulo/SP	Em operação	Efluente Sanitário	Pública	Reúso não potável para fins urbanos e industriais	Sabesp	Sabesp	Algumas indústrias abastecidas pela Sabesp, prefeituras e para serviços internos da própria Sabesp.	60 L/s	25 L/s	Tratamento secundário seguido de tratamento físico-químico e filtração

Tabela 8.6: Dados dos principais projetos nacionais encontrados (*continua*)

Projeto	Localização	Status do Projeto	Fonte de Água de Reúso	Esfera	Modalidades de Reúso	Produtor	Distribuidor	Usuário	Capacidade de Produção	Produção Média	Nível de tratamento
Projeto da ETE Capivari II	Campinas/SP	Em operação	Efluente Sanitário	Pública	Reúso não potável para fins urbanos e industriais	Sanasa	Sanasa	Algumas indústrias abastecidas pela Sanasa, prefeituras de Campinas e para serviços internos da própria Sanasa.	5 L/s	0,62 L/s	Lodos ativados com remoção de nitro-gênio e fósforo seguido de mem-branas filtrantes
Projetos de reúso da Petrobras	Sites da Petrobras	Em operação	Efluente Sanitário	Privada	Reúso não potável para fins industriais	Petrobras	Petrobras	Petrobras	NI	710 L/s	NI
Projeto de reúso do World Trade Center São Paulo	São Paulo/SP	Em operação	Efluente Sanitário	Privada	Reúso não potável para fins urbanos e industriais	World Trade Center/General Water	World Trade Center/General Water	World Trade Center	3 L/s	3 L/s	MBR seguido de módulos de ultrafiltração

Tabela 8.6: Dados dos principais projetos nacionais encontrados (*conclusão*)

Projeto	Localização	Status do Projeto	Fonte de Água de Reúso	Esfera	Modalidades de Reúso	Produtor	Distribuidor	Usuário	Capacidade de Produção	Produção Média	Nível de tratamento
Projeto de reúso da ETE Dancing Days	Recife/PE	Em operação	Efluente Sanitário	Pública	Reúso não potável para fins urbanos	BRK Ambiental/Compesa	BRK Ambiental/Compesa	Serviços internos da BRK Ambiental / Compesa	NI	0,6 L/s	Efluente de filtro biológico percolador desinfectado
Prolagos	Armação dos Búzios /RJ	Em operação	Efluente Sanitário	Privada	Reúso não potável para fins urbanos e industriais	Prolagos	Prolagos	Campo de Golfe de Búzios	0,77 L/s	0,46 L/s	Terciário com filtração, ultrafiltração e OR
Projeto de reúso da ETE Várzea do Palácio	Guarulhos/SP	Em análise	Efluente Sanitário	Pública	Reúso não potável para fins urbanos e industriais	SAAE Guarulhos	SAAE Guarulhos	NI	200 L/s	NI	NI
Projeto de reúso do Aeroporto de Goiânia	Goiânia/GO	Em operação	Águas cinzas (pias, chuveiros, bebedouros e águas pluviais) + Águas das Torres de Resfriamento	Privada	Reúso não potável para fins urbanos	Infraero	Infraero	Aeroporto de Goiânia	NI	NI	Tratamento secundário com remoção biológica de nutrientes + Filtração e desinfecção por UV
Caesb ETA do Lago Paranoá	Brasília/DF	Em operação	Efluente sanitário tratado contribui à bacia hidrográfica do Lago Paranoá	Pública	Reúso potável indireto (USEPA)	Caesb	Caesb	DF abastecido pela Caesb	2.800 L/s	NI	Tratamento secundário com remoção biológica de nutrientes + polimento final
COM+ÁGUA	Brasil	Em operação	Uso racional	Pública	Uso racional	Embasa/Compesa	Embasa/Compesa	Embasa/Compesa	NI	NI	Projeto de uso racional em sistemas de abastecimento de água

NI = Não informado/ Não Aplicável

Fonte: Adaptado de CH2M – Produto II (2016).

a) Projeto Aquapolo ETE ABC

- **Contexto do projeto**

A ETE ABC está situada no estado de São Paulo, na divisa do município com São Caetano do Sul, na margem esquerda do Ribeirão dos Meninos, a 2 km de sua foz no Rio Tamanduateí. A estação foi planejada para receber o esgoto proveniente dos municípios de Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra e pequena parte do município de São Paulo. A ETE ABC recebe também o lodo proveniente da ETA Rio Grande.

As instalações atuais em funcionamento têm capacidade para tratamento de 3,0 m³/s. O tratamento é em nível secundário, por processo de lodos ativados convencional, e a fase sólida compreende adensamento, digestão anaeróbia e desaguamento em filtros prensa. Encontra-se em desenvolvimento um projeto de ampliação da ETE ABC para 4,0 m³/s.

Dentro da área da própria ETE ABC encontram-se as instalações do Projeto Aquapolo, uma Sociedade de Propósito Específico (SPE) formada entre Sabesp e Odebrecht Ambiental que criou o maior projeto de reúso industrial da América Latina. A Estação de Produção de Água Industrial (EPAI) Aquapolo, que iniciou sua operação em novembro de 2012, trata os efluentes secundários da ETE ABC através de Biorreatores de Membrana (MBR), de maneira a aferir tratamento de nível terciário. A água industrial de alta qualidade produzida pela EPAI é destinada principalmente às torres de resfriamento do Polo Petroquímico de Capuava, na região do ABC.

A vazão média tratada na ETE ABC atualmente é de 1,90 m³/s. O projeto Aquapolo tem capacidade instalada de 1,0 m³/s, operando atualmente com vazão de 0,65 m³/s. A quantidade de água potável substituída por água de reúso é suficiente para abastecer uma cidade de 300 mil a 400 mil habitantes, como o município de Franca, no estado de São Paulo. A Figura 8.16 ilustra as instalações da EPAI Aquapolo.



Figura 8.16: Instalações da EPAI Aquapolo

Fonte: Aquapolo (2018)

- **Descrição técnica do projeto de reúso**

A ETE ABC é caracterizada por um processo de tratamento de lodo ativado convencional, com unidades de adensamento e digestão anaeróbia dos lodos e desaguamento em filtros prensa de placas.

A EPAI Aquapolo capta o efluente secundário da ETE ABC para tratamento adicional, de modo a atender padrões de qualidade para água industrial exigidos pelas indústrias do polo petroquímico de Capuava ou do ABC.

O processo de tratamento da EPAI Aquapolo (Figura 8.17) se inicia com processos anóxicos e aeróbios para remoção de amônia, fósforo e matéria orgânica do efluente. Em seguida, o efluente é bombeado aos tanques MBR, onde orifícios de 0,05 micron retêm sólidos e bactérias invisíveis a olho nu através da ultrafiltração. Para manutenção das membranas ultrafiltrantes, são realizadas limpezas em intervalos constantes, o que por sua vez gera aeração e recirculação das bactérias para o reator aeróbio. A água de ultrafiltração é enviada para o Tanque 1 e é monitorada em tempo real para detectar se há necessidade do processo de OR. O fator que determina essa necessidade é a condutividade. Quando a condutividade do efluente se encontra alta, ele segue para o processo de OR, onde os sais minerais são retirados. No Tanque 2, a água de ultrafiltração e a água da OR são misturadas.

Após a desinfecção do efluente por dióxido de cloro, a água já tem qualidade ideal e é levada ao polo petroquímico através de uma adutora de 17 km. Existe ainda um tanque de reservação de 70.000 m³ para prevenir eventuais interrupções de fornecimento.

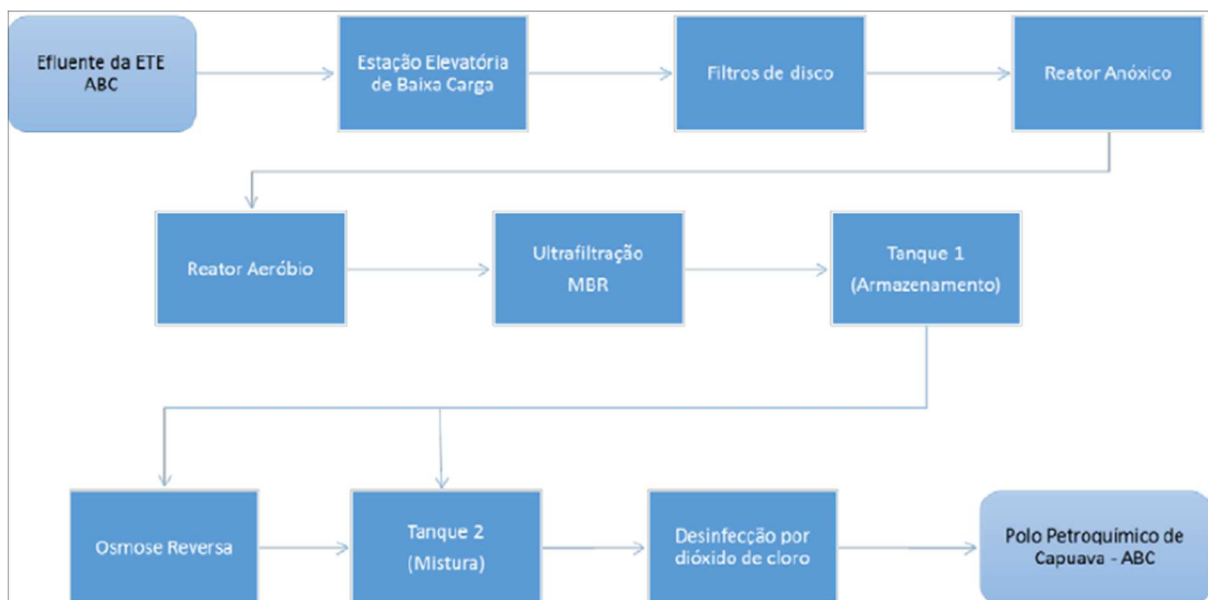


Figura 8.17: Fluxograma da EPAI Aquapolo

Fonte: Adaptado de Aquapolo (2018)

- **Governança das unidades de reúso**

O projeto Aquapolo é uma Sociedade de Propósito Específico (SPE), formada pela BRK Ambiental (51%) e pela Sabesp (49%) para estruturar, financiar, construir e operar as instalações concernentes ao projeto. A EPAI e as estações elevatórias foram construídas no terreno da ETE ABC da Sabesp, sendo que a SPE remunerará a Sabesp pela utilização da área e de alguns equipamentos e serviços compartilhados. Ao término da SPE, os bens imóveis reverterão para a Sabesp.

A Sabesp é a responsável pela operação e performance da EPAI, bem como por garantir a qualidade e fornecer o volume dos efluentes secundários necessários à operação do Aquapolo.

- **Regulamentação e fiscalização**

A Cetesb é responsável pela emissão da licença ambiental da ETE ABC e do Projeto Aquapolo. A Tabela 8.7 apresenta os parâmetros de qualidade e limites máximos exigidos pela Aquapolo para o efluente da ETE ABC, pelo Polo Petroquímico para a água de reúso produzida pela Aquapolo, e os valores médios do efluente da Aquapolo (Água Industrial).

Tabela 8.7: Parâmetros de qualidade exigidos pelo Polo Petroquímico de Capuava/SP para água de reúso

Parâmetros	Efluente Secundário da ETE ABC (Entrada) ¹	Efluente EPAI Aquapolo (Saída) ¹	Valores Médios Efluente EPAI Aquapolo
SST (mg/L)	40	< 5	< 5
pH	5 - 9	6,5 – 7,5	6,66
DQO (mg/L)	100	20	10,3
DBO (mg/L)	30	10	< 3
Alumínio (mg/L)	0,2	0,2	0,03
Cobre (mg/L)	0,1	0,1	0,008
Ferro (mg/L)	1,5	0,3	0,14
Fósforo (mg/L)	5	0,5	0,2
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	20	1	< 0,11
Turbidez	15	1	0,16
Manganês (mg/L)	0,2	0,2	0,02
Fenóis (mg/L)	0,13	0,13	0,002
Surfactantes (mg/L)	5,1	1	0,22
Óleos e Graxas (mg/L)	10	< 5	< 5
Dureza (mg/L)	100	100	76,5
Sílica (mg/L)	20	20	5,2
Sulfetos (mg/L)	0,9	0,1	< 0,05
Condutividade (us/cm)	650	600	600
Dióxido de cloro residual (mg/L)	-	> 0,2	0,5

¹ Valores exigidos por Contratos

Fonte: Adaptado de Aquapolo (2018)

A determinação da qualidade da água de reúso produzida pela EPAI é feita por meio dos resultados de análises de caracterização, provenientes de coletas

contínuas ou amostrais para cada parâmetro especificado no contrato firmado entre a Aquapolo Ambiental e o Polo Petroquímico de Capuava.

Com intuito de garantir o pleno funcionamento do projeto, mecanismos contratuais instauram penalidades, que envolvem a redução da tarifa paga pelos efluentes, caso a Sabesp entregue um produto (efluente secundário) abaixo da qualidade definida em contrato.

O projeto, em algumas épocas do ano, chega a enfrentar dificuldades relacionadas à baixa qualidade do efluente secundário entregue pela Sabesp, o que demanda maiores esforços da SPE para honrar os termos do contrato com a Braskem, mediante o aumento do patamar de gastos com produtos químicos e energia. Conforme mencionado, a elevação das despesas é contrabalanceada pela redução, prevista em contrato, do preço pago pelo efluente devido à baixa qualidade, o que tem resultado em margens operacionais estáveis (FITCH, Fitch Ratings, 2016).

- **Financiamento e política tarifária**

O contrato foi estruturado no âmbito de locação de ativos e tem duração de 41 anos. O contrato de locação de ativos constitui-se em um arranjo contratual cuja finalidade é a implementação de um projeto de infraestrutura específico, em que o contratado é responsável pela construção, operação e manutenção das instalações; mas que, ao final do período necessário para amortizar os investimentos, transfere a obra para o contratante.

O projeto conta com importante mitigador de risco, uma vez que existe um contrato de demanda firme *take or pay* de fornecimento de água industrial com vencimento em 2053, firmado com a Braskem, a maior companhia petroquímica latino-americana, e a terceira das Américas.

De acordo com tal contrato, a Braskem tem a obrigação de comprar no mínimo 381 L/s de água industrial e a SPE tem a obrigação de fornecer até 650 L/s de água. A estrutura de preços é fixa para o volume definido no contrato de demanda firme, e se reduz à medida que o volume se aproxima do máximo contratual. Tal mecanismo torna as receitas estáveis e previsíveis desde que a SPE forneça o produto dentro das especificações de qualidade e volume. Historicamente, a Aquapolo tem entregado mais água do que a quantidade mínima estabelecida no contrato, incluindo contratos com terceiros.

Complementarmente ao contrato com a Braskem, o projeto prevê a venda de água de reúso para outras empresas da região, utilizando-se da infraestrutura construída para atender ao Polo Petroquímico. Desse modo, além das empresas-clientes contidas no Polo Petroquímico – Braskem, Cabot, Oxiten, Oxicap, White Martins –, em 2015, a Aquapolo ampliou sua atuação para fora do polo e passou a atender empresas da região, entre elas a Paranapanema e a Bridgestone, que deixaram de utilizar água potável em seus processos produtivos, contribuindo para a disponibilidade hídrica do ABC.

O risco associado ao volume é mitigado na medida em que a ETE ABC coleta e trata mais do que o dobro (1.400-1.500 L/s) do volume máximo (650 l/s) definido em contrato para abastecimento do projeto. O projeto conta ainda com reservatórios que possuem capacidade para 70.000 m³, o equivalente a 35h de abastecimento a 650 L/s. Possui também acesso a um sistema capaz de fornecer 300 L/s de água potável, que, em evento extraordinário, pode fornecer 55h de abastecimento a 650 L/s em conjunto com os reservatórios.

Cabe mencionar que a Aquapolo pode suspender o fornecimento de água de reúso para a Braskem caso a Sabesp fique inadimplente por mais de 30 dias consecutivos. Já no casos de intermitências agendadas ou emergenciais (não causadas por força maior), a Braskem deve continuar a cumprir a cláusula de demanda.

Tais mecanismos contratuais vêm se mostrando efetivos, uma vez que em outubro e novembro de 2015, devido a um incidente em uma das plantas da Braskem, o volume fornecido de água ficou abaixo do mínimo e, apesar disso, tanto a Sabesp, quanto a Braskem cumpriram as cláusulas do contrato, de modo que as receitas da Aquapolo não foram afetadas (FITCH, Fitch Ratings, 2016).

Foi igualmente relevante para sucesso do projeto a companhia responsável pela execução das obras, qual seja, a Construtora Norberto Odebrecht (CNO), que firmou contrato por empreitada global e preço fechado (*turn key*) com a SPE para a construção da EPAI, das estações elevatórias e da adutora.

A CNO foi também responsável pelo teste dos equipamentos; pré-operação; serviços de garantias e pela subcontratação da Koch Membrane Systems, empresa fornecedora da tecnologia de membrana e OR necessária ao atendimento da qualidade do produto.

As obrigações da construtora foram garantidas por um *performance bond* equivalente a 15% do preço de contrato. A expertise da CNO e o devido arranjo contratual mitigaram o risco de finalização do projeto e agilizaram a obtenção de licenças ambientais e de direito de passagem.

O preço fixado em contrato para execução das obras foi de R\$ 364,1 milhões, valor correspondente a 95% do total dos investimentos. Deste, 81% foi financiando por dívida e 19% por capital próprio; o alto nível de alavancagem é compatível com as transações vigentes no mercado de saneamento, uma vez que o setor conta com grande previsibilidade de receitas.

Com relação à dívida, foi estruturada uma operação via FI-FGTS de emissão de debêntures. As debêntures são seniores e garantidas por cessão fiduciária de direitos creditórios do contrato de compra e venda (*offtake*); dos eventuais direitos decorrentes do contrato de empreitada; do contrato de fornecimento de água secundária e das apólices de seguros; de alienação fiduciária das ações da emissora; e por cessão fiduciária dos recursos depositados nas contas vinculadas à operação. As debêntures têm uma taxa flutuante de TR + 8,5% e o desembolso do financiamento já foi totalmente realizado (FITCH, Fitch Ratings, 2013).

O projeto tem ainda necessidades de investimento adicional ao longo da vida das debêntures, de aproximadamente R\$ 65 milhões. Estes são compostos principalmente pela reposição de membrana dos equipamentos de OR e de membranas de ultrafiltração a cada três e sete anos, respectivamente. Devido à baixa qualidade da água fornecida pela Sabesp em 2013, a Aquapolo teve de antecipar para 2014 a compra de um equipamento adicional previsto para 2015, para cumprir as exigências relativas à qualidade da água entregue à Braskem (FITCH, Fitch Ratings, 2014).

Em resumo, é possível apontar que o projeto se beneficia da convergência de interesses de empresas bem estabelecidas: Sabesp e BRK Ambiental, que atuam como patrocinadores e operadores do projeto; CNO como empreiteira e a Braskem como *off-taker* (compradora).

Assim, entre os fatores que propiciaram o sucesso do Projeto Aquapolo, podem-se ainda destacar: (i) mecanismos contratuais eficientes para mitigação dos riscos; (ii) negociação adequada com fornecedores; (iii) garantias sólidas; (iv) contrato EPC (*Engineering, Procurement, and Construction*); (v) cláusula de demanda firme;

(vi) tecnologia de membranas e OR, que possibilitam redução de custos e elevada qualidade de tratamento.

O projeto iniciou sua operação comercial no final de outubro de 2012, após alguns atrasos previstos devido à aquisição de direitos de passagem e a vazamentos na tubulação. Os atrasos não trouxeram sobrecustos à Aquapolo, pois o contrato de construção junto à CNO era de empreitada global a preços fixos.

Desde a entrada em operação comercial, a Aquapolo tem entregado o volume de água requerido pela Braskem dentro das especificações exigidas por contrato. O volume médio entregue tem sido da ordem de 330-345 L/s. Eventos de indisponibilidade operacional desde então têm sido, em sua maioria, em função de manutenção planejada e, portanto, sem dedução de receita. Aspectos operacionais negativos se restringem à má qualidade da água entregue pela Sabesp, fora das especificações contratuais. Em consequência, há maior necessidade de utilização de produtos químicos e do uso de equipamentos para tratar a água de forma a entregá-la conforme os parâmetros estabelecidos com a Braskem. Custos adicionais relacionados a esse tema são repassados à Sabesp (FITCH, Fitch Ratings, 2014).

A receita líquida operacional em 2013, após ajustes contábeis, foi de aproximadamente R\$ 52,4 milhões. As despesas operacionais atingiram R\$ 18,7 milhões, sendo a maioria composta por custos gerais e administrativos (37%), despesa de pessoal (19%), insumos para produção (15%) e energia (13%). O fluxo de caixa disponível para o serviço da dívida, após investimentos adicionais de R\$ 3,2 milhões e de financiamento de R\$ 5,1 milhões, chegou a R\$ 35,6 milhões. O *Debt-Service Coverage Ratio*, em 2013, atingiu 1,19 (FITCH, Fitch Ratings, 2014).

A margem do *Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization* do Aquapolo foi de 74% em 2015, mesma margem de 2014, com receita líquida operacional de R\$ 65,6 milhões e despesas operacionais de R\$ 17,3 milhões. O fluxo de caixa disponível para o serviço da dívida foi de R\$ 44,1 milhões, o que levou a um *Debt-Service Coverage Ratio* de 0,91. Esse índice reflete a utilização do fluxo de caixa operacional e da liquidez disponíveis para pagar o serviço da dívida. A expectativa é de que os *Debt-Service Coverage Ratio* permaneçam reduzidos em 2016, próximos a 1,10 em decorrência dos investimentos em ramais, mas contrabalanceados por liquidez disponível de aproximadamente R\$ 10,4 milhões no final do ano (FITCH, 2016).

- **Domínio da água**

A DAEE e a Cetesb são responsáveis pela gestão dos recursos hídricos no estado de São Paulo, sendo que as outorgas de direito de uso são emitidas pela DAEE, enquanto o licenciamento ambiental é de competência da Cetesb.

O projeto não tem outorga específica, sendo integrado à outorga da Sabesp.

- **Aceitação social**

Não se trata de fator determinante por se tratar de projeto de reúso industrial.

- **Outros aspectos relevantes**

Um possível aspecto negativo levantado pela DAEE foi o impacto nas vazões mínimas no corpo receptor. Mas, nenhuma documentação sobre tal aspecto estava disponível para revisão.²³

b) Projeto Caesb –ETA do Lago Paranoá

- **Contexto do projeto**

O Paranoá é um lago artificial criado durante a construção de Brasília, na década de 1950, que tinha como primeiro objetivo aumentar a umidade em suas proximidades, servir como elemento paisagístico e proporcionar atividades de recreação e lazer para a população local.

Por receber grandes volumes de esgoto não tratado da capital do país, o lago estava se tornando impróprio para essas atividades, além das frequentes ocorrências de morte de peixes e mau cheiro. Com o objetivo de recuperar o lago para suas atividades originais, a Caesb criou um programa de afastamento e tratamento dos efluentes sanitários gerados pela população. As ETEs Norte e Sul, que entraram em operação no início dos anos 1990, são elementos-chave desse programa, pois juntas têm capacidade de tratar cerca de 2,42 m³/s do efluente sanitário antes do lançamento no Lago Paranoá. Desde 2000, a atividade de pesca voltou a ser permitida e incentivada no local.

A Revisão do Plano Diretor de Águas, em 2006, indicou o Lago Corumbá IV e o Rio São Bartolomeu como alternativas de manancial para abastecimento do DF e Entorno. O Lago Paranoá foi descartado em decorrência de seu uso pela CEB para geração de energia e dos problemas ocorridos em 1989, quando a população da então Vila Paranoá exigiu da Caesb a substituição da captação no Lago Paranoá.

²³ Aquapolo (2015; 2018); FITCH (2013; 2014; 2016).

Durante o processo de outorga de captação no Rio São Bartolomeu, a ANA indicou a possibilidade de se captar no Lago Paranoá. Então a Caesb aceitou o desafio e, em agosto de 2015, anunciou que o Lago Paranoá seria o novo manancial de abastecimento de água para cerca de 600 mil habitantes.

O Sistema Paranoá já possui licença prévia e outorga para captação. O projeto básico feito pelo consórcio THEMAGNA, cujas informações estão disponíveis no website da Caesb, mostra que o sistema tem capacidade de produzir até 2,1 m³/s de água tratada na primeira etapa e 2,8 m³/s na segunda etapa (vazão outorgada).

Conforme mencionado anteriormente, esse projeto é exemplo de um caso que poderia ser considerado “reúso potável indireto” pelas classificações utilizadas em alguns países, visto que a Caesb opera as ETEs Norte e Sul, que descartam no lago, e está prosseguindo com a construção de um ponto de captação de água no mesmo lago, com finalidade de abastecimento humano na área de serviços da Caesb.

- **Descrição técnica do projeto**

As ETEs Norte e Sul operam com remoção biológica de nutrientes seguida de polimento final com tratamento químico (lodos ativados a nível terciário).

A ETE Norte (Figura 8.18) tem capacidade de tratar até 920 L/s e opera atualmente com vazão média de 450 L/s. A ETE Sul (Figura 8.19) tem capacidade de 1.500 L/s e trata em média 1.319 L/s.



Figura 8.18: ETE Norte – Sistema Paranoá

Fonte: Caesb (2018)



Figura 8.19: ETE Sul – Sistema Paranoá

Fonte: Caesb (2018)

Ambas as ETEs operam utilizando o processo “Phoredox modificado”, composto de tratamento preliminar, decantadores primários, reatores biológicos com zonas anaeróbia, anóxica e de aeração seguidos de decantadores secundários. Após a fase biológica, o efluente é tratado quimicamente em unidades de flotação por ar dissolvido, antes de lançado no Lago Paranoá. O lodo primário produzido é tratado anaerobicamente, enquanto o lodo ativado excedente é tratado em reator aeróbio. Após desaguamento mecânico, o lodo é disponibilizado para uso na agricultura e recuperação de áreas degradadas (Luduvic, 1999).

O processo de tratamento da ETA que ainda será implementada utilizará os processos de mistura rápida, floculação, flotação, filtração, desinfecção via ultravioleta e tanques de contato para desinfecção final antes de a água ser mandada para reservatórios. O processo conta ainda com um sistema de recirculação, que retorna a água do tanque de contato para o processo de filtração, caso a água não esteja em conformidade com os padrões de potabilidade da Portaria de Consolidação n. 5/2017 do MS. Será adicionada uma etapa de ozonização e filtros de carvão granular ativado, caso necessário, para atender os padrões de potabilidade dessa portaria.

A Figura 8.20 mostra um fluxograma simplificado do processo de tratamento das ETE e da futura ETA.

Entre os principais benefícios do projeto, é importante mencionar que o sistema de captação garante o uso múltiplo do lago (lazer, recreação, geração de energia, etc.), além de apresentar um considerável ganho energético em comparação à alternativa de captação do Rio São Bartolomeu (menor trecho de adução, menor

altura manométrica). Além disso, os investimentos em CAPEX e OPEX serão consideravelmente menores que a outra opção.

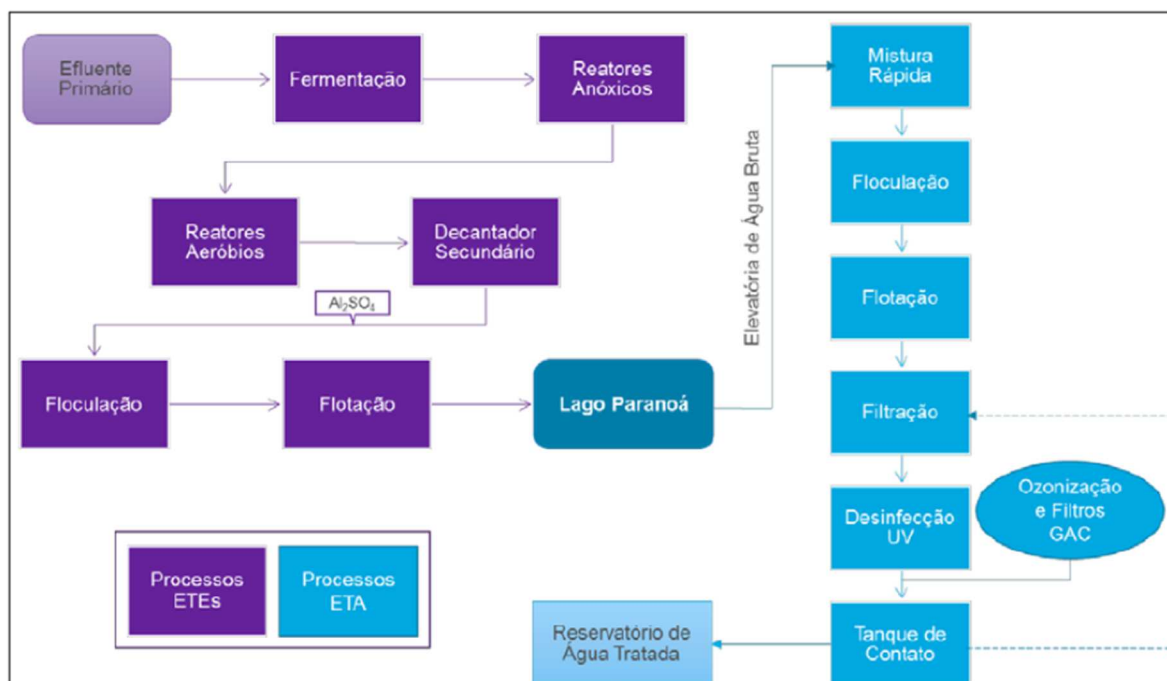


Figura 8.20: Fluxograma do processo de tratamento – Sistema Paranoá

Fonte: Caesb (2018)

- **Governança das unidades de tratamento**

A Caesb é responsável pelos serviços de saneamento da cidade de Brasília, sendo responsável pelas ETEs Norte e Sul e pela ETA a ser implementada nas margens do Lago Paranoá. A ETA servirá ao abastecimento da área de serviço da Caesb.

- **Regulamentação e fiscalização**

Para atingir o objetivo do Programa de Recuperação do Lago Paranoá, estudos indicaram que os efluentes das ETEs somente poderiam ser lançados no Lago Paranoá caso apresentassem parâmetros de lançamento enquadrados em limites extremamente restritivos, conforme mostrado na Tabela 8.8.

Tabela 8.8: Limite de concentração e porcentagem de remoção das ETEs Norte e Sul – Sistema Paranoá

Paramêtros	Concentração (mg/L)	Porcentagem de Remoção
SST	40	< 5
DQO	100	20
DBO	30	10
Fósforo total	5	0,5
NTK	-	> 0,2

Fonte: Adaptado de Luduvic (1999)

As condições de balneabilidade do lago são avaliadas semanalmente em nove pontos e mensalmente em 30 pontos distribuídos pelas áreas marginais do lago. A análise é baseada na determinação das concentrações de coliformes fecais e os pontos são classificados de acordo com a Resolução Conama n. 274. O programa de balneabilidade, além de informar ao público as condições bacteriológicas da água, serve como indicação de possíveis lançamentos clandestinos de esgotos.

Para o estudo de viabilidade para implementação da ETA, foi realizada uma caracterização da qualidade da água do Lago Paranoá, que analisou 92 substâncias típicas em águas superficiais que recebem efluentes de ETE. Os níveis de concentração de contaminantes foram considerados relativamente baixos, comparáveis às concentrações de rios da Europa e América do Norte.

Uma matriz de risco recomendou 11 compostos a serem monitorados constantemente para avaliação da qualidade da água, são eles: Fenazona, Cafeína, Atenolol, Sulfametoxazol, Toliltriazol, Iohexol, Ioprometo, Iopamidol, Gemfibrozil, Carbamazepina e 1-H-Benzotriazol.

O efluente de uma ETE piloto com processos de ultrafiltração e adsorção em carvão ativado apresentou microcontaminantes orgânicos abaixo do limite de quantificação. Esse estudo piloto recomendou que uma etapa de adsorção em carvão ativado fosse adicionada ao tratamento do efluente (vide Figura 8.19).

A ETA já possui licenciamento prévio do IBRAM e outorga da ANA.

- **Financiamento do projeto**

As ETEs foram construídas mediante financiamento obtido junto ao Governo Federal e Banco Mundial, com o objetivo implantar o Programa de Recuperação do

Lago Paranoá e reverter o quadro de eutrofização acentuada até então apresentado pelo principal corpo hídrico do Distrito Federal (Luduvic, 1999).

A ETA a ser construída está sendo financiada pela Caesb e com recursos do Orçamento Geral da União através do Programa de Aceleração do Crescimento do Governo Federal. O investimento previsto é da ordem de R\$ 490 milhões, sendo:

- (i) Adutoras – R\$ 141,44 milhões;
- (ii) Centros de Reservação – R\$ 25,69 milhões;
- (iii) Estações Elevatórias de Água – R\$ 100,09 milhões;
- (iv) Estação de Tratamento de Água – R\$ 130,97 milhões;
- (v) Custos Administrativos – R\$ 65,27 milhões;
- (vi) Custos Implementação 2ª etapa – R\$ 33,51 milhões.

- **Aceitação social**

Informações a respeito de aceitação social não foram encontradas até o momento.

c) Projeto COM+ÁGUA

- **Contexto do projeto**

Desde as primeiras iniciativas de implantação de infraestrutura de saneamento, as elevadas perdas de água e a ineficiência energética têm sido um problema crônico nos sistemas de abastecimento de água brasileiros. Dados do SNIS apontam que as perdas na distribuição em 2015 foram de 37% na média nacional. Especialistas do setor energético avaliam que o potencial de economia de energia no setor saneamento deva exceder 25% do consumo atual.

No intuito de contribuir para o enfrentamento desse problema, a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do MCidades, por meio do PMSS, realizou o Projeto Demonstrativo Técnico e Institucional visando ao Gerenciamento Integrado de Perdas de Água e do Uso de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água, denominado Projeto COM+ÁGUA. Esse projeto, por meio de chamada pública, selecionou e firmou parceria com 10 prestadores de serviços de saneamento de diversas regiões do País interessados em implementar um novo modelo de gestão, com foco no gerenciamento integrado e participativo do controle e redução das perdas de água e do uso de energia elétrica. O projeto contemplou um

município de cada prestador de serviços, com algumas atividades de campo restringindo-se a uma área piloto dentro do município.

Destaca-se a metodologia desenvolvida para o planejamento e execução dos subprojetos de forma integrada e participativa com o desenvolvimento de ações no campo da mobilização social, voltadas para a comunicação, educação e cultura. Ressalta-se também, para o sucesso do projeto, a necessidade de alta qualificação em todo o processo, sendo preponderantes a formação e capacitação permanentes dos quadros técnicos e dos dirigentes dos prestadores de serviços.

- **Descrição técnica do projeto**

As abordagens metodológicas e de trabalho desse projeto encontram-se direcionadas segundo três vertentes principais, a saber:

- Mobilização Social: conforme o Compêndio COM+ÁGUA;
- Perdas de Água: conforme o Compêndio COM+ÁGUA e as recomendações da International Water Association-IWA;
- Eficiência Energética: conforme o Compêndio COM+ÁGUA e o estado da arte.

De maneira a assegurar a disseminação e assimilação de conhecimento, aliadas à sustentabilidade dos conceitos e das ações no médio e longo prazos, perpetuando assim resultados efetivos de redução de perdas e eficiência energética, o Projeto foi dividido em quatro fases metodológicas, adiante explicitadas.

Fase 1: Levantamento de Dados e Análises Prévia com Delineamento do Plano de Ação de Curto Prazo (setembro a dezembro de 2016): todo o planejamento nas Áreas Prioritárias esteve alicerçado no intenso trabalho de levantamento de dados e análises detalhadas que revelarão as situações relevantes no tocante às perdas e eficiência nos sistemas estudados. A condição básica para se delinear soluções de sucesso é conhecer bem os problemas. Ademais, são imprescindíveis e necessárias nessa fase a escolha e preparação de, pelo menos, um Distrito de Medição e Controle (DMC) em cada Área Prioritária, para servir, na sequência, de laboratório de capacitação, de execução das ações, de elaboração de procedimentos e de apuração detalhada de informações e resultados.

Sendo assim, ao final dessa primeira fase, produziu-se um Plano de Ação de Curto Prazo, que norteou as atividades a partir de janeiro de 2017.

Esse Plano de Ação de Curto Prazo incorporou duas linhas de atuação específicas:

- Implementação intensa de ações e capacitações de todo tipo nos DMCs;
- Desenvolvimento de ações de mobilização, planejamento e outras nas Áreas Prioritárias, além da implementação de um primeiro nível de ações de redução de perdas e efficientização energética.

Fase 2: Execução do Planos de Ação de Curto Prazo nos DMCs e nas Áreas Prioritárias (janeiro a novembro de 2017). Essa segunda fase metodológica colocou em prática as ações de redução de perdas e eficiência energética, com esforços concentrados nos DMCs, estando a cargo dos prestadores de serviços o papel principal de tomada de decisão e execução das ações, orientados sempre pelo consórcio gestor desse projeto, mediante as oficinas de trabalho e visitas técnicas. Nessa fase, também foram padronizados os procedimentos de coleta de dados, de planejamento e de operacionalização das ações. Os resultados foram mensurados por meio dos diversos indicadores preestabelecidos.

Fase 3: Execução dos Planos de Ação de Médio Prazo: será iniciada logo após o término das atividades contratuais do consórcio gestor, com previsão de 60 meses. Nessa fase, a responsabilidade de execução é integralmente dos prestadores de serviços, que deverão expandir e perpetuar toda a experiência adquirida no Projeto nas Áreas Prioritárias.

Fase 4: Execução do Plano de Ação de Longo Prazo: corresponde à manutenção dos resultados alcançados, a fim de propiciar que os esforços das fases anteriores fiquem permanentemente em operação, portanto, sem prazo limite de finalização.

Nesse contexto, observa-se que o projeto ainda se encontra em andamento, tendo sido realizada efetivamente a Fase 1 e, em vias de fato, encontra-se a Fase 2.

As áreas prioritárias de atuação pertencentes aos Sistemas de Abastecimento de Água selecionados para participar desse projeto encontram-se descritas na Tabela 8.9, a seguir.

Tabela 8.9: Áreas prioritárias de atuação pertencentes aos Sistemas de Abastecimento de Água selecionados

Prestador	UF	Sistemas selecionados	Áreas prioritárias de atuação	Ligações ativas de água (un)	Extensão da rede de água (km)
Empresa Baiana de Águas e Saneamento (Embasa)	BA	Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho	Unidade Regional de Cabula	154.913	1.517
		Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Feira de Santana	Sede do Município de Feira de Santana	155.250	2244
Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa)	PE	Sistema Integrado de Abastecimento de Jucazinho	Sede do Município de Caruaru	88.529	831
		Sistema Integrado de Abastecimento Prata - Camevô			
		Sistema Integrado de Abastecimento do Sertão Central	Sede do Município de Salgueiro	14.710	110

Fonte: <<http://www.pmss.gov.br/index.php/projeto-com-agua/biblioteca/biblioteca-01>>

Os objetivos do Projeto COM+ÁGUA são:

- Implantar uma modernização institucional voltada para a redução de perdas reais e aparentes de água, uso eficiente de energia elétrica, cobrança justa e adequada de tarifas, desenvolvimento gerencial e aumento da capacidade de investimento;
- Institucionalizar atividades rotineiras relacionadas ao gerenciamento das perdas, tanto de água como de energia elétrica, no âmbito dos processos operativos dos sistemas de abastecimento de água;
- Aumentar a capacidade de desenvolvimento de projetos e do gerenciamento energético;
- Desenvolver a capacidade de mobilização e comunicação interna e externa para dar sustentabilidade, governabilidade e perenidade aos programas implantados;
- Estimular o intercâmbio e a replicação de experiências bem-sucedidas;
- Contribuir para a universalização dos serviços de saneamento ambiental, com benefícios adicionais para o meio ambiente e a saúde.

d) Considerações em relação a outros projetos

- **Embrapa**

A Embrapa é a maior e mais importante instituição brasileira de pesquisa agropecuária. Atua por meio de rede, com 46 unidades de pesquisa descentralizadas, além de parcerias com diversas outras instituições, tanto públicas quanto privadas.

Como uma instituição pública de pesquisa, a Embrapa vem sendo cobrada pelo governo e pela sociedade para buscar soluções voltadas à sustentabilidade nas relações entre os recursos hídricos e as cadeias produtivas agropecuárias e florestais, promovendo o avanço do conhecimento e das tecnologias para o uso eficiente da água. Para a instituição, é importante definir as prioridades de uso da água nas bacias e lançar um olhar mais atento para aquelas que já enfrentam problema de disponibilidade de água. Embora a situação hídrica seja confortável na maior parte do País, é importante não perder de vista a eficiência de uso da água nas diversas atividades (RODRIGUES, 2015).

De acordo com a Embrapa (2018), o conhecimento científico gerado nos últimos anos comprova ser possível utilizar água na agricultura com racionalidade e sem desperdício. Muitas tecnologias que foram desenvolvidas já estão sendo adotadas no campo, outras começam a despertar a atenção de produtores rurais.

Essas tecnologias são levadas ao conhecimento dos produtores de várias formas: visitas de campo, palestras, cursos, feiras, unidades demonstrativas, entre outras. Além disso, a Embrapa conta com auxílio de instituições de extensão rural, que auxiliam na transferência dessas tecnologias. No Quadro 8.2 estão listadas, de forma resumida, as principais tecnologias desenvolvidas nos últimos anos pela Embrapa para uso racional da água na agropecuária brasileira.

Quadro 8.2: Tecnologias desenvolvidas pela Embrapa para o uso racional da água na agropecuária brasileira

Tecnologia	Tipo	Objetivo/descrição	Região	Ano	Unidade
Irrigação e manejo de água para a cultura da melancia no Estado de Roraima	Metodologia	Diminuir o consumo de água e reduzir os custos de produção, sem afetar a produtividade.	Norte	2010	Embrapa Roraima (RO)
Recomendação de uso múltiplo da água: cultivo do feijão caupi com efluentes da piscicultura	Prática	Otimizar a utilização dos recursos hídricos e a exploração agrícola, com a obtenção de duas produções a partir do uso compartilhado da água.	Nordeste	2010	Meio-Norte (PI)
SiBCTI - Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação	Software	Avaliar terras aptas para irrigação, minimizando o impacto ambiental.	Todas	2011	Solos (RJ)
Otimização de sistemas modulares para produção de plantas irrigadas com água salobra.	Prática	Possibilitar o uso do rejeito de dessalinização, água salobra de poços de baixa produção, para propriedade rural familiar e comunidade.	Nordeste	2011	Meio Ambiente (SP)
Evapotranspiração e coeficiente de cultivo de melancia irrigada por gotejamento no litoral do Piau	Prática	Estimar o consumo de água da cultura da melancia em suas diferentes fases de desenvolvimento.	Nordeste	2012	Meio-Norte (PI)
Avaliação de risco ambiental em recursos hídricos	Metodologia	Instruir sobre o uso da ferramenta ARAquáGeo para análise espacial do risco ambiental de contaminação em recursos hídricos.	Todas	2013	Gestão territorial (DF)
Software para uso eficiente da água e economia na irrigação em cultivos no Cerrado	Serviço WEB	Possibilitar a tomada de decisão sobre o momento de irrigar e a lâmina líquida de irrigação necessária para lavouras irrigadas no cerrado.	Centro-Oeste	2014	Cerrados (DF)
ARAquá - Avaliação de Risco Ambiental de Agrotóxico	Software	Avaliar riscos ambientais de agrotóxicos, considerando possíveis contaminações de corpos d'água superficiais e subterrâneos	Todas	2014	Cerrados (DF)
Monitoramento da qualidade de recursos hídricos no meio rural	Treinamento	Monitorar a qualidade da água e reconhecer os efeitos do uso da terra no meio rural sobre a hidrogeoquímica fluvial.	Todas	2015	Meio Ambiente (SP)
Sensor Igstat	Equipamento	Sensor de tensão de água no solo para manejo e controle de irrigação.	Todas	2015	Instrumentação (RJ)

Fonte: Adaptado de Embrapa (2018)

Observa-se que a maior parte das tecnologias desenvolvidas são práticas e treinamentos, e estão direcionadas para a agricultura irrigada, o que demonstra a necessidade do desenvolvimento de soluções também para o uso racional da água.

8.2.1 Análise dos projetos

O Quadro 8.3 analisa cada projeto nacional detalhado anteriormente com base nas questões-chave também listadas.²⁴

²⁴ Conforme CH2M – Produto II, 2016.

Quadro 8.3: Análise dos projetos nacionais (*continua*)

Projeto	Quem é responsável pelos riscos de saúde pública associados ao reúso? Como é a divisão das responsabilidades (se aplicável)?	O reúso indireto necessita de padrões específicos? Ou os padrões de lançamento são suficientes?	Qual o papel dos entes federados quanto à regulação e fiscalização do reúso?	Quem tem o domínio do efluente sanitário tratado?	Quais são os pressupostos e metodologia a adotar para analisar a viabilidade financeira e econômica dos sistemas de reúso?	Quando praticado o reúso indireto, quem paga pelos custos do tratamento? O consumidor ou o comitê de bacias?	Que tipos de incentivos devem ser fornecidos para fomentar o reúso? Onde (região de maior escassez hídrica, ou de maior potencial de demanda)?	Qual deve ser a política tarifária para os sistemas de reúso?
Aquapolo	A Cetesb é responsável pelos riscos de saúde pública associados a esse projeto. O projeto tem licença própria de operação com a Cetesb.	NA	A Cetesb é responsável pela regulação e fiscalização do projeto do ponto de vista da qualidade da água.	O domínio do efluente sanitário tratado é do Estado. O DAEE é responsável pela outorga de lançamento da ETE ABC.	Não se obteve acesso aos potenciais estudos que foram realizados para analisar a viabilidade financeira e econômica dos sistemas de reúso.	NA	NA	Em vez de um preço unitário para água de reúso definido com base em um desconto sobre o preço da água, foi definido um preço unitário com base em contrato de demanda firme <i>take or pay</i> de fornecimento de água industrial.

Quadro 8.3: Análise dos projetos nacionais (*conclusão*)

Projeto	Quem é responsável pelos riscos de saúde pública associados ao reúso? Como é a divisão das responsabilidades (se aplicável)?	O reúso indireto necessita de padrões específicos? Ou os padrões de lançamento são suficientes?	Qual o papel dos entes federados quanto à regulação e fiscalização do reúso?	Quem tem o domínio do efluente sanitário tratado?	Quais são os pressupostos e metodologia a adotar para analisar a viabilidade financeira e econômica dos sistemas de reúso?	Quando praticado o reúso indireto, quem paga pelos custos do tratamento? O consumidor ou o comitê de bacias?	Que tipos de incentivos devem ser fornecidos para fomentar o reúso? Onde (região de maior escassez hídrica, ou de maior potencial de demanda)?	Qual deve ser a política tarifária para os sistemas de reúso?
Caesb	A princípio, a Caesb. Pois, por enquanto, o projeto não é considerado como um projeto de reúso indireto. O projeto se encaixa nas regulamentações existentes.	Por enquanto, não é considerado um projeto de reúso indireto. Os padrões de lançamento são considerados suficientes.	NA porque não é considerado projeto de reúso.	O efluente sanitário tratado é sujeito à outorga de lançamento e é domínio do DF.	NA	Não é considerado reúso indireto. São os contribuintes que lançam efluente sanitário na rede que pagam pelos custos de tratamento nas ETEs e os consumidores de água que pagam pelos custos da ETA através da Caesb.	NA	NA

NA: Não aplicável

Fonte: Adaptado de CH2M – Produto II (2016).

8.3 ANÁLISE CRÍTICA

Com base nas questões-chave levantadas nas análises dos projetos internacionais e nacionais apresentadas neste capítulo, bem como levando em conta as competências do CNRH e os objetivos deste trabalho, pode-se citar:

- Os responsáveis pelos riscos de saúde pública associados ao reúso de água são o produtor ou distribuidor ou ainda usuário da água de reúso, com a chancela da entidade/órgão responsável pelo licenciamento ambiental (assim como regulamenta a Resolução CNRH n. 54/2005), e/ou pelo órgão de saúde – como observado nos projeto Atotonilco no México e da Caesb no Brasil, por exemplo, e conforme indicado no Item 5.3;
- É extremamente necessária a definição de parâmetros e padrões específicos para reúso direto não potável de água, como ocorreu nos projetos de UOSA - Virginia (EUA) e Perth - Austrália Ocidental (Austrália) e conforme anteriormente mencionado no Item 4.4,
- O direito ao uso do recurso hídrico, no caso, gestão da água de reúso, assim como nos projetos de UOSA - Virginia (EUA) e Aquapolo - Brasil, deve ser concedido ao produtor da água de reúso, devido ao fato de que essa água residuária, em algum momento – ainda quando água bruta ou potável –, passou pelo processo de outorga;
- Os órgãos e entidades dos entes federados (estados, municípios e o Distrito Federal) são responsáveis pela sistematização, operacionalização e fiscalização, conforme mencionado nos projetos Aquapolo e Caesb - Brasil, UOSA - Virginia (EUA) e Perth - Austrália Ocidental (Austrália).
- O consumidor deve pagar pelos custos do tratamento da água de reúso, assim como ocorre para o tratamento de água para fins potáveis, correlacionando-os com política tarifária, que será analisada a seguir. Esses aspectos foram observados em praticamente todos os projetos analisados;
- Quanto à viabilidade financeira e econômica, as questões tarifárias e de fomento e os incentivos para implementação de projetos de reúso serão discutidos, em detalhe, no capítulo seguinte. De qualquer modo, os estudos de viabilidade devem ser realizados considerando um plano

estratégico de longo prazo; uma política tarifária incentivatória, em comparação ao sistema de abastecimento de água existente; e políticas públicas que incentivem financeiramente a construção de projetos de reúso, como abertura de linhas de crédito e isenção fiscal.

9. MECANISMOS E MODELOS DE FINANCIAMENTO

Esta seção documenta um levantamento e análise dos mecanismos e modelos de financiamento do uso racional, reúso de água e saneamento nacionais e internacionais e das garantias exigidas.

Conforme discutido anteriormente, um dos pontos essenciais para uma política de uso racional e reúso de água sustentável é identificar e associar as componentes-chave ao planejamento integrado de recursos hídricos. Como resultado, os modelos de financiamento podem ser semelhantes aos modelos existentes de financiamento para serviço de abastecimento de água, por exemplo. Embora existam algumas diferenças importantes, tais como:

a) Desenvolver um mercado de consumo para água de reúso

O marketing de água de reúso como recurso sustentável é importante para a vitalidade econômica. Usuários industriais, por exemplo, são muito afetados por limitações de água durante secas e poderiam se beneficiar de recursos mais confiáveis. Os usuários finais não devem apenas aceitar e confiar na qualidade da água de reúso, eles devem confiar em sua disponibilidade constante para satisfazer as suas necessidades de negócios.

b) Estabelecer tarifas adequadas e aceitáveis

Há uma variedade de métodos para definir as tarifas da água para reúso, mas a maioria dos locais estabelece tarifas com descontos em comparação com água potável para incentivar e promover a sua utilização. Portanto, o sistema de água potável muitas vezes acaba "subsidiando" o sistema de água de reúso não potável. Em geral, as tarifas de água precisam promover a estratégia de conservação como um todo, o que promove e estabelece ainda mais um mercado para reúso.

c) Estabelecer subsídios para promover o reúso ou outros incentivos financeiros

A definição de subsídios para promover o planejamento dos recursos hídricos integrados na bacia hidrográfica ou em nível local poderia possibilitar a disponibilidade de empréstimos a juros baixos para apoiar o investimento por parte do governo local ou a obtenção de fundos federais para o desenvolvimento de projetos locais de interesse especial.

Nos itens subsequentes apresentam-se os modelos de financiamento associados aos projetos de uso racional e reúso de água mencionados anteriormente e projetos/programas adicionais desenvolvidos em outros países. Cada um desses exemplos foi analisado em busca de informações relativas à estrutura financeira do projeto e às garantias de reembolso.

O Quadro 9.1 apresenta um resumo dos projetos considerados exemplos, contendo: localização; modalidade de reúso; valor CAPEX; tipo de financiamento CAPEX; fonte de reembolso CAPEX; tipo de financiamento OPEX; fonte de reembolso OPEX e modelos de implementação do projeto.

Quadro 9.1: Resumo dos dados financeiros de projetos nacionais e internacionais (*continua*)

Projeto	Localização	Modalidade de Reúso	Valor CAPEX aproximado (Milhões USD)	Financiamento CAPEX	Garantia de Reembolso CAPEX	Financiamento OPEX	Fonte de Reembolso OPEX	Modelos de Implementação
Upper Occoquan Service Authority (UOSA)	Alexandria, Virginia – EUA	Reúso Potável Indireto	575	Subsídios EPA e UOSA venda de debêntures	Contrato com membros, apoiado por tarifa de esgoto	Fluxo de caixa operacional	Contrato com membros, apoiado por tarifa de esgoto	Projeto tradicional, licitação, construção
Perth	Austrália - Perth	Reúso potável indireto	115	Fluxo de caixa operacional e empréstimos	Tarifas de água e esgoto	Fluxo de caixa operacional	Tarifa de água e esgoto	Aliança (Alliance delivery model) com operação de aliança por 10 anos
ETE Atotonilco	México - Cidade do México	Irrigação Agrícola	800	Subsídios federais (49%), equidade PPP	Subsídios federais e tarifas de esgoto	Fluxo de caixa operacional	Tarifa de esgoto	Projetar- Construir- Operar (em inglês DBO), com contrato O&M de 22 anos
Aquapolo – ETE do ABC	Brasil - São Paulo, SP	Industrial	160	Equidade e dívida privada	Contrato de demanda firme "take or pay" até 2053	Fluxo de caixa operacional	Tarifa de reúso	EPC, operado pela SPE
Israel/Chipre	Diversos (Ex: áreas de Anthoupolis, Larnaca e Limassol no Chipre, etc.)	Irrigação Agrícola	Diversos	Subsídios federais e assistência financeira. O Governo Federal é responsável pelos custos de implementação e operação.	NA	Fluxo de caixa operacional	Tarifa de reúso	Diversos

Quadro 9.1: Resumo dos dados financeiros de projetos nacionais e internacionais (*conclusão*)

Projeto	Localização	Modalidade de Reúso	Valor CAPEX aproximado (Milhões USD)	Financiamento CAPEX	Garantia de Reembolso CAPEX	Financiamento OPEX	Fonte de Reembolso OPEX	Modelos de Implementação
ETE Tubli	Bahrein – Tubli	Irrigação Agrícola	136	Fundo Kuwait para desenvolvimento econômico Árabe (100% Subsídio)	NA	Fluxo de caixa operacional	Tarifa de esgoto	Projetar- Construir- Finanças (em inglês, DBF). 40%-50% de capital próprio durante a construção.
ETE Coronation Pillar	Índia – Délhi	Reúso potável indireto	80	Delhi Jal Board (100% Subsídio)	NA	Fluxo de caixa operacional	Tarifa de esgoto	Projetar, Construir, Operar (em inglês, DBO) com período de operação de 10 anos.
Projeto de Reúso Fengshan	Taiwan	Industrial	90	Governo da cidade de Kaohsiung, com o Parque Industrial de Kaohsiung Linhai como <i>off-taker</i> .	Tarifa de reúso	Fluxo de caixa operacional	Tarifa de reúso	Construir- Transferir- Operar (em inglês, BTO) por 15 anos.

Fonte: USEPA (2012); Metcalf; Eddy/AECOM (2007); UOSA (2018) IWA (2008); NRC (2012); USAID (2002); Australia (2008). [CH2M – Produto V \(2017\)](#).

Os exemplos apresentados ilustram a grande variedade de modelos de financiamento e modelos de implementação que podem ser associados aos projetos.

Note-se que, para a maioria dos projetos apresentados de reúso não potável, alguma forma de subsídio é fornecida – seja pelo Governo Federal/local seja por outros consumidores beneficiados pelo projeto (através da tarifa de água ou esgoto). Existe na lista apresentada o caso do Aquapolo – que sugere que projetos de reúso industriais podem ser sustentáveis, com a recuperação total dos custos em contextos específicos. Nesse caso, foi estruturado somente sob garantias do projeto (em inglês *pure project finance*), apoiado em um contrato de demanda firme *take-or-pay*, acordo de compra no qual o comprador deve pagar uma taxa, mesmo que depois não faça uso do produto, para fornecer água de reúso industrial. Esse tipo de oportunidade pode não ser facilmente encontrada em outros locais no Brasil, ou não é necessariamente aplicável a outras modalidades e/ou outros projetos de reúso em regiões de estresse hídrico, devido principalmente ao fato de que o principal beneficiário de um projeto de reúso não é necessariamente o usuário da água de reúso. De maneira geral, a garantia de reembolso típica é referente às tarifas, embora também possam existir garantias de empréstimos pelo Governo Federal/local.

O direcionamento em busca de subsídios para implantação de projetos de reúso acontece provavelmente devido à necessidade e dificuldade de desenvolver um mercado consumidor robusto, especialmente na fase inicial da implementação dessa política, ou quando os projetos envolvem um componente importante de saneamento básico (como no caso dos projetos da ETE Atotonilco e UOSA, os quais acabaram impulsionando as melhorias necessárias no saneamento básico a fim de aumentar a coleta de esgotos e melhorar seu tratamento, uma vez que este é a “matéria-prima” para o reúso).

No entanto, o reúso de efluente sanitário tratado pode ser financeiramente menos custoso do que outras opções/fontes de abastecimento. No Chipre, por exemplo, o reúso de efluente sanitário tratado para irrigação demonstra que a água com maior qualidade pode ser economizada para fins domésticos. O benefício para os investidores de reúso de água no Chipre é que "o custo marginal para o tratamento terciário é muito inferior ao custo pago pelo tratamento de águas de barragens ou água do mar" (Papaiacovou, 2001); enquanto as estruturas tarifárias cobram o mesmo valor tanto pela água tratada convencionalmente quanto pela água de reúso.

9.1 ÂMBITO INTERNACIONAL

Com frequência, promove-se a abertura de editais internacionais para financiamento de pesquisas sobre uso racional e reúso de água, fomentadas pelas agências das Organizações das Nações Unidas (ONU), UE, Agência Americana para Desenvolvimento Internacional, Banco Mundial, Banco de Investimento Europeu (FATTA, *et al.*, 2005). Há também uma iniciativa chamada *2030 Water Resources Group*, sediada na Corporação Financeira Internacional (IFC), que iniciou atividades no Brasil em 2017, cujas áreas temáticas de intervenção incluem o aumento da disponibilidade/acessibilidade do financiamento no setor da água.

De qualquer maneira, de acordo com a *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive and the Floods* (2016), para a implementação de práticas que visem ao uso racional e reúso de água, é preciso considerar o contexto econômico de cada país/região onde o sistema será instituído. Os pontos-chave a serem considerados relacionados aos assuntos econômicos são:

- Os custos operacionais e de capital da mudança de uma fonte de água doce (natural) para uma outra fonte de água precisam ser compreendidos, oportunidades locais para minimizar custos ou aumentar os benefícios devem ser exploradas e maximizadas (por exemplo, usando uma análise de custo-benefício). Além disso, alguns custos somente surgem quando há a necessidade de alternar entre fontes diferentes, como devido a variações sazonais no uso;
- Custos das águas residuárias tratadas e dos sistemas de reúso: decisões de investir em tais sistemas também refletem em comparações de custos com outras fontes de água (incluindo custos de captação de corpos d'água naturais). Muitos sistemas existentes se beneficiaram de subsídios diretos ou indiretos para apoiar tanto a oferta como a demanda, mas isso pode estar em desacordo com a necessidade de recuperação de custos e sustentabilidade financeira no setor de água; embora deva ser observado que os custos dos recursos hídricos convencionais são frequentemente subsidiados ou mantidos baixos (por exemplo, para irrigação). Os custos dos sistemas de reúso incluem a garantia do tratamento necessário (para o usuário e qualquer impacto subsequente no ambiente) e a entrega da água de reúso ao usuário;

- Financiamentos de projetos de reúso funcionam onde há fundos disponíveis para apoiarem o tratamento, a distribuição e seus usos, por exemplo, na irrigação. Precisam ser considerados em termos econômicos para cada sistema de reúso individual em cada situação;
- Os sistemas marginais de precificação de custos podem reduzir o uso excessivo de água e a poluição, bem como garantir a sustentabilidade dos programas de tratamento de águas residuárias. Esquemas de preços adequados criam incentivos para reduzir a demanda de água e incentivar sistemas de reúso de água.
- A viabilidade econômica de longo prazo representa uma condição importante na implementação do reúso de água. A água reaproveitada é frequentemente precificada abaixo do custo de consumo de água potável para torná-la mais atraente para os usuários em potencial, mas isso também pode afetar a capacidade de recuperar custos. A distorção no mercado de abastecimento de água complica a precificação das águas residuárias tratadas, assim como a falta de contabilidade para as externalidades, incluindo a escassez de água e os ônus sociais, financeiros e ambientais da disposição de efluentes no meio ambiente. A viabilidade econômica de longo prazo do reúso da água deve ser avaliada na macroescala, levando-se em conta todos os benefícios não monetários para o desenvolvimento sustentável e a gestão integrada de recursos hídricos.

Ainda segundo a Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive and the Floods (2016), para análise de financiamento de projetos que visem ao uso racional e reúso de água, todos os custos envolvidos devem ser considerados, particularmente no que diz respeito à construção de obras de tratamento e de distribuição da água de reúso para os usuários, bem como seus custos de operação e manutenção. No entanto, é importante salientar que um fornecimento seguro de água de reúso de alta qualidade é um produto de valor considerável para os usuários em regiões com escassez de água. Os sistemas de reúso de água são, portanto, valiosos para seus usuários.

Note-se que, tal como acontece com outras fontes de água, os custos são suportados por uma parte da sociedade ou outra e, por conseguinte, determinar os

custos e quem deve pagar com relação à reutilização da água é parte de uma avaliação mais ampla de pagamento por todos os serviços de água. É também crucial que os esquemas de financiamento não contribuam para colocar pressões adicionais sobre os corpos de água e ecossistemas que já estão em mau estado/condição.

Ademais, os seguintes aspectos específicos devem ser avaliados:

a) Investimentos e custos operacionais

No planejamento de um sistema de reúso de água, financiamentos devem ser orçados, fontes de fundos identificadas e as decisões de fornecedores de água vão, em muitos casos, refletir a extensão dos retornos financeiros esperados. Podem existir opções parecidas com as estruturas de tratamento de águas residuárias, ou opções de fundos ligados à água, tal como os de suporte à irrigação. O contexto de obtenção de financiamento varia em toda a Europa, com serviços públicos e privados e diferentes modalidades de pagamento por serviços, como o de tratamento de esgoto.

Os custos de investimento, como porcentagem do custo total de um projeto de reaproveitamento de água, dependem de vários fatores, como infraestrutura de tratamento existente, custos de tratamento, regimes de pagamento, etc. É importante que as necessidades de investimento para reúso de água sejam consideradas juntamente com as necessidades de investimento mais amplas para a coleta e tratamento de águas residuárias. Isso permite que as decisões de investimento sejam mais coerentes com decisões mais amplas de gerenciamento da água e com os gastos associados a elas.

O fator tempo também é importante para ser considerado ao determinar os custos dos sistemas de reúso de água. Isso porque, quando as plantas de tratamento de águas residuárias urbanas ou industriais precisam ser renovadas ou atualizadas (*Retrofit*), as instalações de tratamento para reutilização podem ser mais facilmente incluídas a custos mais baixos do que se elas forem adaptadas a um sistema existente.

Grandes investimentos podem ser necessários para ligar as plantas de tratamento aos usuários. Para os fornecedores de água de reúso, os benefícios da água reutilizada são em grande parte limitados a retornos financeiros (se houver), e a redução da demanda por água pode afetar o investimento global na infraestrutura de água.

Note-se que, ao custear um sistema de reúso, é importante ter em conta as externalidades apropriadas, por exemplo, identificando os custos evitados com a introdução de tais sistemas. Estes devem ser comparados com os custos de investimento e assim ajudar os tomadores de decisão a fazer escolhas de investimento apropriadas. Evidentemente, os custos evitados podem recair sobre diferentes atores se comparados aos custos de investimento, e a compreensão de quem paga e quem ganha exige uma visão ampla das autoridades relevantes.

Evidências sugerem que os retornos econômicos sobre a reutilização da água podem exceder significativamente os custos, quando as externalidades e os bens públicos são contabilizados. A quantificação desses benefícios pode fortalecer o argumento para sistemas de reúso e apoio público.

b) A precificação da água como fonte de financiamento

Pagar o preço certo pela água é uma maneira de arrecadar fundos para o desenvolvimento ou operação de sistemas de reúso de água. O preço adequado da água é importante para o financiamento sustentável e de longo prazo de serviços de alta qualidade de água potável e de tratamento de esgoto. Frequentemente, existem diferenças de preços entre as águas residuárias tratadas e a água doce, o que é agravado pela falta de recuperação de custos e pela existência de subsídios públicos aos recursos hídricos convencionais. Em razão disso, os preços dos recursos hídricos convencionais e da água reutilizada podem não refletir seu custo real. Essa situação pode afetar a atratividade econômica dos projetos de reúso de água e as decisões dos usuários de água e tomadores de decisão. O desenvolvimento de sistemas de reúso, portanto, precisa ser feito no contexto econômico mais amplo dos princípios do usuário, do poluidor e do beneficiário, e do princípio da conservação de água.

O retorno dos investimentos em serviços de água na União Europeia, por exemplo, é definido pelo Artigo 9º da Diretiva Quadro de Água (Water Framework Directive) e inclui os custos ambientais e de recursos, levando em conta a análise econômica realizada de acordo com o anexo III (da mencionada Diretiva) e de acordo com o princípio do poluidor-pagador.

Baixos níveis de recuperação de custos desestimulam a eficiência da água e do reúso de água ao não contabilizar os custos externos totais da captação de água doce e da descarga de águas residuárias. Como esses custos externos são

normalmente suportados pelos contribuintes, as medidas de apoio ao preço para o reúso de água podem ser justificadas para aumentar sua competitividade. É o caso de dois Estados-Membros da UE em que os sistemas de reúso têm uma absorção significativa (Espanha e Chipre), em parte através da utilização de subsídios, junto a um regime regulador de apoio integrado. No entanto, esses casos continuam a ser altamente atípicos para a UE em geral, e as preocupações quanto à sua sustentabilidade financeira ainda persistem.

Em relação a tarifas de reúso de água, podem-se citar os casos do Chipre e da Espanha:

As tarifas de água de reúso em Chipre variam entre 33% e 44% das tarifas de água doce (água bruta); índices que parecem típicos para a região do Mediterrâneo. Embora tais estruturas de preços subsidiados estejam em vigor há muitos anos, esses índices são frequentemente baseados em percepções de disposição a pagar dentro de diferentes grupos de usuários, em vez de evidências empíricas de tarifa de substituição.

As águas de reúso na bacia do Rio Segura, na Espanha, são vendidas para a irrigação por cerca de 0,12 € /m³. Isto representa uma fração do custo estimado de 0,40 € /m³, incluindo despesas de capital, operacionais e ambientais. No geral, 99% dos recursos de águas residuárias disponíveis são atualmente reutilizados, sendo 60% diretamente reutilizados, principalmente em irrigação.

O reaproveitamento de água pode ser economicamente favorável em comparação com outras fontes não convencionais, e é importante que o preço da água reutilizada seja integrado aos preços no contexto de um abastecimento de água mais amplo. No entanto, as tarifas competitivas para reutilização de água (iguais ou inferiores às de água doce) têm sido consideradas essenciais para impulsionar a adesão.

Ao considerar a precificação para o reúso de água (observando que qualquer opção que não resulte na recuperação total dos custos tem alguma forma de subsídio), existem as seguintes opções:

- Nenhum custo: as águas residuárias tratadas não são tarifadas, de modo a aumentar sua demanda e, assim, reduzir ou evitar a descarga de efluentes em ambientes aquáticos sensíveis. Alguns sistemas na Austrália, que visam reduzir a descarga de efluentes em ambientes

aquáticos sensíveis, não cobram nada pela reutilização de águas residuárias tratadas;

- Preço baseado no custo de fornecimento: o custo do abastecimento de água reutilizado é determinado simplesmente pelo custo do tratamento e distribuição desse produto ao usuário;
- Porcentagem definida do preço para a água potável: água residuária tratada é oferecida frequentemente por um preço menor do que a água potável. Esse sinal de preço destaca as vantagens do efluente tratado para os clientes e aumenta sua aceitação;
- Porcentagem definida do preço da água bruta de irrigação (águas superficiais não tratadas ou subterrâneas): águas de reúso são muitas vezes oferecidas por um preço inferior à da água bruta, dando um forte incentivo à sua utilização. Esse preço menor acaba oferecendo vantagens para o efluente tratado (água de reúso) aos clientes, aumentando sua aceitação;
- Preço ajustado à disposição de pagar dos usuários: do ponto de vista da demanda, saber o quanto os diferentes usuários estariam dispostos a pagar pela água de reúso é importante. As tarifas para o reúso de água seriam baseadas no que o mercado poderia sustentar, sem levar em conta os custos necessários, para que os usuários paguem o valor que a água tem para eles. Maior conscientização sobre os benefícios da reutilização entre os usuários pode levar ao aumento da demanda e induzir os usuários a declarar maior disposição para usar e pagar pela água de reúso;
- Mesmo preço pela água convencional e de reúso: neste caso não tem diferença entre o valor da água convencional e de reúso para o usuário;
- Preços baseados na recuperação ambiental e dos custos em recursos, como requerido pela Diretiva Quadro de Água (WFD).

No Chipre, há um exemplo de cobrança de água potável versus água de reúso, em que a água de reúso é fornecida para irrigação e paisagem, com um preço que é 33% a 40% do preço da água doce fornecida para os mesmos usuários, nas mesmas áreas (o preço da água doce foi de € 0,17/m³ para a agricultura e € 0,34 /m³ para a paisagem, enquanto o preço da água de reúso foi de € 0,07 /m³ e € 0,15,

respectivamente). Esse foi um forte incentivo para que os usuários aceitassem a água de reúso como um novo recurso confiável de água.

É importante, no entanto, assegurar uma relação adequada entre as tarifas para os recursos hídricos convencionais e para a água de reúso. Estabelecer um preço excessivamente baixo para as águas residuárias tratadas em relação às alternativas existentes poderia incentivar demais o uso dessa água, provocando usos inadequados e até mesmo custos externos – possivelmente prejudicando a imagem da água de reúso. Uma solução para isso seria o uso de uma tarifa de bloco crescente – aumentos escalonados nas tarifas conforme incrementos de uso. Em essência, a fixação do preço da água de reúso é sempre um *trade-off* (“perde-ganha”) da distribuição de custos entre os beneficiários, os operadores e o contribuinte em geral.

No tocante aos fundos de financiamento para projetos de reúso, exemplificam-se:

a) Fundos europeus

Existem diversas fontes de financiamento no âmbito da UE que podem ser utilizadas para apoiar o financiamento de projetos de conservação e reúso de água. Estes incluem: Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (European Regional Development Fund) e Fundo de Coesão; Fundos de Desenvolvimento Rural (Rural Development Funds), Horizonte 2020 (Horizon 2020), LIFE, Mecanismo Financeiro para o Capital Natural (Natural Capital Financing Facility), Empréstimos e Subvenções do Banco de Investimento Europeu (European Investment Bank) e Fundo Europeu para Investimentos Estratégicos (European Fund for Strategic Investments). Algumas são doações, alguns empréstimos. Alguns são 100% financiados, outros exigem cofinanciamento. Alguns se aplicam a áreas/situações elegíveis, outros são universais. Alguns se aplicam a tipos específicos de destinatários. Todos têm diferentes processos de planejamento e aplicação que precisam ser considerados no desenvolvimento e implementação de projetos de conservação e reúso de água. Um resumo dessas fontes de financiamento a nível da UE é apresentado na sequência.

Fundos de Coesão: o FEDR e os Fundos de Coesão são partes dos Fundos Europeus Estruturais e de Investimento (European Structural and Investment Funds - ESIF), que investem cerca de 450 bilhões de euros nos países-membros da UE e em regiões europeias dentro de áreas temáticas da Estratégia 2020 da Europa para o crescimento inteligente e sustentável. Nessas áreas, projetos de reúso podem ser

financiados baseados na contribuição que eles trazem para o uso eficiente da água e por apresentarem objetivos específicos para o setor de água que estão alinhados com as necessidades da UE. O Distrito da Bacia do Rio Segura, na Espanha, é um exemplo de região que obteve esse tipo de financiamento. Lá 99% do efluente tratado foi utilizado para a irrigação na agricultura ou em alocações ambientais em 96 plantas de tratamento. Esse sistema foi possível devido a investimentos advindos desses fundos no montante de 630 milhões de euros.

Fundos de Desenvolvimento Rural: foca em projetos de desenvolvimento rural, uso eficiente de água na irrigação agrícola. Sistemas de reúso são financiados para irrigação agrícola.

Horizonte 2020: foca no uso eficiente dos recursos naturais, projetos de inovação relacionados ao tema água, entre outros. Há possibilidade de financiamento em projetos de reúso de água que apresentem elementos inovadores.

Projetos LIFE 2014-2020: incluem diferentes tipos e níveis de financiamento, tais como: intervenções e projetos integrados com 60% de cofinanciamento para projetos tradicionais, suporte a ONG e assistência técnica; e desenvolvimento de capacidades (100% financiáveis). As propostas devem focar em eliminar pressões que afetam a capacidade de retenção de água e o uso de medidas de baixo impacto nas bacias hidrográficas.

Banco de Investimento Europeu (BIE): o banco promove empréstimos para projetos de investimentos em infraestrutura hídrica, construção de estações de tratamento e reúso de água e de sua distribuição, entre outros.

Mecanismo Financeiro para o Capital Natural (MFCN): é um instrumento de financiamento da UE financiado pelo Banco de Investimento Europeu e pela Comissão Europeia, mas gerenciado pelo BIE. O MFCN visa promover financiamento por dívida e capital para diversos tipos de projetos, incluindo aqueles relacionados ao reúso de água. Entre 2014-2017 foi estabelecida uma fase piloto com um montante total de 100 milhões de euros para o financiamento de operações, com um apoio adicional de 10 milhões de euros para assistência técnica.

b) China

Na China, o Ministério de Habitação e Desenvolvimento Urbano e Rural e o Ministério da Ciência e Tecnologia são os responsáveis por desenvolverem políticas relacionadas ao suporte a sistemas de reúso de água através de mecanismos de financiamento (Lyu *et al.*, 2016).

Comparado a outros serviços de utilidade pública, os projetos de reúso produzem baixo lucro na China. Isso se deve ao fato de que esses projetos necessitam de grandes investimentos e apresentam falta de potencial comercial. Assim, o investimento é difícil de ser garantido. Atualmente a construção de sistemas de reúso é subsidiada pelo governo central e local. Os investimentos do setor privado são limitados e é bem difícil aplicar para financiamentos em bancos (Yi *et al.*, 2011).

Por fim, há vários aspectos financeiros a serem considerados visando ao uso racional e à conservação da água, nos EUA, segundo a USEPA (2012), a saber:

a) Integrando a água de reúso ao portfólio dos recursos hídricos

Historicamente, os sistemas de serviços públicos de águas residuárias firmaram contratos de longo prazo com os empresários dos campos de golfe e produtores agrícolas para fornecer água de reúso com pouco ou nenhum custo. Eliminar o efluente tratado era visto como benéfico para ambos. Muitos desses acordos originais de água de reúso de baixo custo expiraram recentemente – ou expirarão em breve –, criando uma oportunidade para desenvolver taxas e tarifas razoáveis mais compatíveis com o valor provido no mercado.

A água de reúso é hoje amplamente reconhecida como um componente do planejamento integrado de recursos hídricos. Como resultado, garantir financiamento adequado para os projetos de água de reúso não é diferente do financiamento de outros serviços de água. Desenvolver e operar um sistema de água sustentável requer o uso de processos sólidos de tomada de decisão de negócios que estejam intimamente ligados ao processo de planejamento estratégico do sistema. Os princípios subjacentes à estratégia de financiamento de um sistema de água de reúso devem refletir o seguinte:

- As receitas de tarifas e encargos devem ser suficientes para fornecer despesas anuais de manutenção e reparos operacionais, custos de melhorias de capital, capital de giro adequado e reservas obrigatórias;
- As práticas contábeis devem separar as contas de água de reúso de outras operações governamentais e evitar o desvio de fundos para usos não relacionados aos serviços de água. Esse conceito é tipicamente aplicado mediante um fundo empresarial, que pode ser autônomo para o sistema de água de reúso, ou combinado com os sistemas de água potável e de tratamento de esgoto da concessionária;
- As práticas contábeis devem seguir seus princípios, obviamente, e cumprir com os requerimentos regulatórios aplicáveis;
- As tarifas e os impostos devem distribuir equitativamente o custo do serviço de água com base nos princípios de custo do serviço, com o cumprimento dos requisitos legais e com a transparência da comunicação com relação a benefícios não quantificáveis para avaliar os pagadores;
- O orçamento deve ser adequado para apoiar a gestão de ativos, incluindo a manutenção planejada e preventiva, bem como o reinvestimento em infraestrutura.

No entanto, as concessionárias frequentemente estabelecem tarifas de água de reúso menores do que as tarifas de água potável para promover a conversão do cliente para o emprego da água de reúso. Em geral, a água de reúso tem um preço de 50% a 100% de água potável, com a tarifa média de 80% das tarifas de água potável. Essa precificação permite que os usuários paguem pelos custos de reajuste, além de servir como um incentivo para o uso da água de reúso. Existem algumas jurisdições onde a água de reúso é precificada em paridade com a água potável, especialmente onde a água de reúso não está sujeita às restrições de uso de água potável durante as secas.

O início e a manutenção de uma estratégia de financiamento sólida para programas de reúso exigem decisões financeiras prudentes e controles contábeis, bem como uma compreensão abrangente dos fatores técnicos, econômicos e sociais que determinam a sustentabilidade do portfólio de recursos hídricos de um sistema. Um processo de planejamento denominado “Planejamento Integrado de Recursos” é

frequentemente usado como um meio de acumular informações que são necessárias para um sistema de água fiscal e socialmente sustentável.

Um processo de planejamento holístico, como o Planejamento Integrado de Recursos, auxilia na comunicação da estratégia de financiamento, ao mesmo tempo que caracteriza e comunica os custos e os benefícios de elementos específicos do programa de gerenciamento de recursos hídricos. Essa estrutura de tomada de decisões abrangente e transparente é essencial para o financiamento sustentável, a fim de garantir que o gerenciamento da água atenda às necessidades da comunidade.

Em um ambiente de negócios incerto (por exemplo, volatilidade econômica e mudanças climáticas), as estratégias de financiamento de serviços de água sustentáveis são baseadas em uma combinação de capital, operações e considerações de manutenção e ferramentas de receita que fornecem o maior valor para o sistema e seus clientes, minimizando o "arrependimento" de fazer um potencial investimento ruim.

b) Alternativas internas e de financiamento de dívidas

Ainda que existam vários mecanismos para o financiamento de projetos de reúso de água, os serviços públicos geralmente usam financiamento interno e financiamento de dívida.

O financiamento interno é baseado na receita gerada pelos clientes. Estes podem ser usuários individuais de grande porte ou uma ampla rede de usuários no distrito de reutilização de água ou em uma região que tenha um contrato com a concessionária para receber e pagar pelo produto. Clientes de grande porte, se disponíveis, podem financiar uma parcela significativa de um projeto e podem ter objetivos de qualidade de água bem definidos que afetariam a natureza e o caráter do sistema de tratamento e distribuição. Eles podem, de fato, ditar esses requisitos para a concessionária e estar dispostos a reservar água de reúso para suas operações. Normalmente, esses clientes são indústrias, operações agrícolas em grande escala ou campos de golfe. A concessionária se preocupa com o risco de perder o cliente de grande porte ou a receita do contrato de serviço. A fim de minimizar tal preocupação e riscos, uma proteção para ambas as partes deve ser incorporada no contrato de serviço.

Existem várias formas de financiamento de dívida, incluindo títulos de receita e empréstimos a juros baixos. Os benefícios desses instrumentos de financiamento

advêm de suas características de serem tipicamente de longo prazo com o financiamento recebido diretamente dos detentores de títulos; em contraste com o projeto sendo financiado internamente por meio de um acordo com um grande cliente, cujo financiamento é obtido através de tarifas ao longo da vida do projeto.

Os títulos de receita são suportados pela receita operacional líquida de tarifas de serviços públicos recorrentes. Esses instrumentos são emitidos com base na política interna e na capacidade financeira por meio de um advogado de títulos. Os requisitos incluem a garantia de que o capital, as operações e os custos de reposição são cobertos pelas tarifas cobradas com uma geração de cobertura de serviço da dívida de 10% a 25%, dependendo da autoridade de vinculação ou de outros requisitos.

c) Assistência financeira estatal e federal

Quando disponíveis, os programas de subsídios são uma fonte de financiamento atraente, mas exigem que o sistema proposto atenda aos requisitos de elegibilidade do subsídio. Esses programas reduzem o custo total de capital suportado pelos beneficiários do sistema, melhorando assim a acessibilidade e a viabilidade do projeto. Algumas agências de financiamento têm um papel cada vez mais ativo na facilitação de projetos de reúso de água. Além disso, muitas agências de financiamento estão recebendo orientações diretas do Legislativo e do Executivo para incentivar o reúso da água em apoio à conservação da água.

Para ser financeiramente bem-sucedido ao longo do tempo, um programa de reúso deve ser capaz de “pagar por si mesmo”. Embora fundos de subsídios possam oferecer porções para melhorias de capital necessárias em um projeto de reúso – e em alguns estados subsídios apoiados pelo governo podem ajudar um programa a se estabelecer nos primeiros anos de operação –, os fundos não devem ser usados para necessidades de financiamento associadas a custos operacionais anuais. Na verdade, a maioria dos programas de subsídios e empréstimo financiados pelo governo federal dos EUA, por exemplo, proíbe explicitamente o financiamento de custos de operação, manutenção e substituição. Uma vez que o projeto esteja em andamento, o programa deve se esforçar para alcançar a autossuficiência o mais rápido possível, atendendo aos custos de operação, manutenção e substituição, bem como exigências de serviço da dívida da participação local dos custos de capital, gerando um fluxo adequado de receitas através de fontes locais.

d) Fontes de financiamento federais

Há várias fontes federais que podem ser usadas para gerar fundos para um projeto de reúso de água. Apesar das muitas fontes de financiamento disponíveis, apenas certos tipos de projetos são elegíveis para receber assistência em cada programa, cujo financiamento anual depende de autorização do Congresso.

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (United States Department of Agriculture - USDA) tem vários programas que podem fornecer assistência financeira para projetos de reúso de água em áreas rurais. A maioria desses programas é administrada pelo Escritório de Desenvolvimento Rural do USDA em cada estado. Alguns exemplos desses programas são apresentados na sequência.

Serviço de Utilidades Rurais: oferece recursos por meio do Programa de Água e Resíduos Sólidos, na forma de empréstimos, subsídios e garantias de empréstimos. O Programa de Empréstimo e Subsídio de Água e Resíduos é o maior do setor, com aproximadamente Us\$ 1,5 bilhão disponível em todo o país por ano. Esse programa oferece assistência financeira a organismos públicos, entidades sem fins lucrativos e entidades voltadas para o desenvolvimento (incluindo custos de construção e não construção) de infraestrutura de água e esgoto. Os subsídios também estão disponíveis para as comunidades de baixa renda e as taxas de juros são adequadas a um nível que seja compatível com a renda dessa população.

Programa de Subsídio Empresarial Rural: o Serviço Cooperativo de Negócios Rurais oferece o programa de Subsídio Empresarial (Rural Rural Business Enterprise Grant). Esse programa atinge o cerne do desenvolvimento rural de várias maneiras. Exemplos elegíveis para o uso dos fundos incluem: aquisição ou desenvolvimento de terras, servidão ou direitos de passagem; atividades de construção, controle de poluição e redução e planejamento de projetos. Qualquer projeto financiado pelo programa deve beneficiar pequenas e emergentes empresas privadas de áreas rurais. Um sistema de reúso de água que atenda a um parque industrial ou comercial poderia ser um potencial recebedor de recursos financeiros por meio desse programa. Uma empresa individual elegível poderia solicitar garantias de empréstimos através do Serviço Cooperativo de Negócios Rurais para ajudar a financiar um sistema de reutilização de água que apoiaria a criação de empregos em uma determinada área rural.

Outras agências que financiaram projetos em cooperação com o USDA podem fornecer assistência para projetos de reúso de água se os requisitos de elegibilidade forem atendidos, incluindo a Administração de Desenvolvimento Econômico (Economic Development Administration), Habitação e Desenvolvimento Urbano – Subvenção de Desenvolvimento Comunitário) (Housing and Urban Development – Community Development Block Grant), Comissão Regional Appalachian e a Comissão Regional Delta (Appalachian Regional Commission, and the Delta Regional Commission).

e) Fontes de financiamento estaduais (nos EUA)

Fundo Estadual Rotativo de Água Potável: faz parte de um programa de assistência financeira estabelecido e gerido pelos estados sobre orientações e regulamentos da USEPA; com recursos federais (80%) e estaduais (20%). Projetos de conservação de água e reúso são elegíveis de receberem financiamento desse fundo para conduzirem as seguintes atividades: instalação ou retrofit de dispositivos eficientes de água como encanamentos e ferramentas, implementação de programas de incentivo para conservar água (por exemplo, descontos, incentivos fiscais, vouchers, estruturas de taxa de conservação) e instalação de sistemas de tubo duplo de distribuição com o intuito de reduzir os custos de tratamento de água para fins potáveis. Além disso, os estados podem usar esse fundo para promover a eficiência da água através do desenvolvimento de planos de conservação da água, assistência técnica sobre como conservar a água (por exemplo, promovendo auditorias de água, detecção de vazamentos, consulta de estruturas de taxa), desenvolvimento e implementação de portarias ou regulamentos para conservação e monitoramento da água, bem como implementação de programas de incentivos ou programas de educação ambiental.

f) Incentivos de planejamento e participação

O programa de planejamento de reúso de água pode ajudar a contornar variadas limitações das partes envolvidas. O planejamento é muitas vezes necessário para estender os gastos de capital por vários anos para melhor adequá-los à capacidade do fornecedor de água. Outras limitações que podem ditar uma abordagem fracionada para os programas de água de reúso incluem: os impactos de

estabelecer e conectar novos serviços, avaliar se os usuários de água potável existentes podem ser conectados de maneira viável, educar novos usuários, e os custos contínuos dos requisitos regulamentares, tais como a qualidade da água anual e teste de prevenção de refluxo de válvula. O programa de planejamento também pode ser benéfico na perspectiva dos novos usuários de água de reúso.

Um fornecedor de água de reúso pode empregar incentivos de participação para ajudar a motivar os usuários a se converterem à água de reúso. Diversas variações de incentivos têm sido utilizadas, incluindo aquelas baseadas em tarifas, em capital ou tipos subjetivos de incentivos. Por exemplo, a estrutura de tarifas da San Antonio Water Systems (SAWS)²⁵ define tarifas de água de reúso comparáveis à base de tarifas de água potável. Todavia, tarifas incrementais para abastecimento de água potável, águas pluviais e gestão de aquíferos não são aplicadas à tarifa de água de reúso. Para clientes de água de reúso que transferem os direitos de bombeamento dos aquíferos para a SAWS, esse mesmo volume de água de reúso custa 25% do taxa básica da água de reúso.

Uma combinação de incentivos pode ser usada para atrair os usuários a utilizarem águas de reúso. Fatores financeiros que podem ser considerados para a construção desses incentivos incluem a redução ou eliminação dos custos com o despejo de águas residuárias, expansão futura das instalações de tratamento e/ou armazenamento e os custos de futuros fornecimentos de água potável.

Incentivos baseados em tarifas podem trazer pontos positivos e negativos. Um incentivo positivo poderia incluir uma tarifa mais baixa (preço de unidade volumétrica) para a água de reúso, por exemplo, menos de 100% da tarifas de consumo de água atual. Um impacto negativo poderia ser incluir tarifas de bloqueio crescentes baseadas na conservação de água que poderia penalizar consumidores que têm picos de uso no verão, mas poderiam se beneficiar pelo uso da água de reúso.

Já os incentivos baseados em capital incluem opções para ajudar a pagar por custos de conversão – correspondente aos custos incorridos para transformar a matéria-prima em produto. Algumas agências no sul da Califórnia pagaram e construíram instalações de conversões nos locais, concederam subsídios ou forneceram juros baixos ou nulos de empréstimos. Pelo menos uma agência usou

²⁵ Empresa pública da cidade de San Antonio, Texas; de abastecimento de água, saneamento básico e reúso de água.

uma sobretaxa que, na verdade, definiu a tarifa de água de reúso igual à tarifa de água potável até que o empréstimo seja reembolsado.

Incentivos subjetivos, por exemplo, a isenção tributária do ICMS para usuários da água de reúso, podem ter pouco impacto no custo do fornecedor de água de reúso, mas exigem esforços para educar os novos clientes para o reúso. Um caminho é mostrar a eles que a confiabilidade do reúso é crescente e os custos para sua utilização são baixos. O aumento dos níveis de nutrientes que a água de reúso pode fornecer são fatores importantes para convencer os consumidores agrícolas. A maioria dos usuários pode ser convencida dos benefícios da água de reúso quando não há outros suprimentos disponíveis e a água recuperada é, portanto, sua única fonte hídrica.

g) Desenvolvendo tarifas de reúso de água

Normalmente, existem dois métodos usados para desenvolver tarifas de água de reúso. As tarifas cobrem totalmente o custo da produção da água de reúso, sua distribuição, administração e operação; ou as tarifas são reduzidas de modo a serem subsidiadas pelo custo de outras fontes.

As tarifas completas de recuperação de custos incluem partes de capital e custos anuais de planejamento, projetos, construção, administração e operação de programas de reúso. Os custos de capital incluem tratamento, distribuição e possivelmente de instalações no local

Os custos anuais das tarifas de água de reúso incluem tudo que é necessário para o tratamento e a operação de um sistema de distribuição de água de reúso. Os custos necessários para atender aos requisitos regulatórios, como testes anuais e monitoramento do local, não devem ser negligenciados. A estimativa do custo operacional de um sistema de água de reúso envolve a determinação dos componentes de tratamento e distribuição que são diretamente atribuíveis ao sistema. Os custos operacionais diretos envolvem instalações de tratamento adicionais, distribuição, monitoramento adicional da qualidade da água e equipe de inspeção e monitoramento.

Muitas vezes, os custos reais de construção e instalações de sistemas de água de reúso não podem competir com os custos de um sistema de água potável preexistente. Se, por um lado, um cálculo completo dos custos do sistema de reúso

frequentemente resulta em tarifas mais altas do que as tarifas de água potável, por outro, é esperado que as tarifas de água de reúso sejam menores do que a água potável para incentivar os atuais usuários de água potável a converterem-se. Para atingir o mesmo nível ou reduzir abaixo da tarifa de água potável é que as tarifas de água de reúso são frequentemente subsidiadas. Existem muitas oportunidades no cálculo da tarifa para subsídios ao reúso por outras fontes, algumas das quais são descritas abaixo:

Água potável: o reúso de água reduz a demanda de água potável, permitindo assim o adiamento ou a eliminação do desenvolvimento de novas fontes de água potável ou instalações de tratamento. Essas economias podem ser repassadas para o cliente de reúso.

Águas residuárias: custos poupados da eliminação de efluentes podem ser considerados em créditos. Os custos indiretos incluem uma porcentagem de administração, gerenciamento e sobrecarga. Outro custo é a reserva de substituição, ou seja, o fundo de reserva para pagar a substituição do sistema no futuro. Em muitos casos, as quantias geradas para atender às exigências de cobertura do serviço da dívida são depositadas em reservas substitutas.

Custos gerais e administrativos: esses custos também podem ser alocados proporcionalmente a todos os serviços, assim como seriam em um plano de alocação de custo do serviço de água e esgoto. Em alguns casos, os custos menores de tratamento de águas residuárias podem resultar no início da utilização de água de reúso. Logo, o resultado pode ser uma redução na cobrança do usuário de águas residuárias. Nesse caso, dependendo das circunstâncias locais, as economias poderiam ser alocadas ao cliente de águas residuárias, ao cliente de água de reúso ou a ambos.

Conservação: na Califórnia, a meta de substituição de água potável por água de reúso de 20% até o ano 2020 pode ser relacionada às metas de conservação. Portanto, fundos reservados para um programa de conservação podem ser aplicados a um programa de reúso para subsidiar a tarifa de água recuperada.

Com mais de uma modalidade ou tipo de usuário de água de reúso, diferentes qualidades de água podem ser necessárias. O custo do usuário se torna, então, um pouco mais complicado para se calcular, mas não é diferente do que calcular as tarifas para o tratamento de diferentes qualidades de águas residuárias para descarga. Por

exemplo, se a água de reúso for distribuída para duas necessidades diferentes de irrigação, com uma exigindo água de maior qualidade que a outra, o cálculo da tarifa de utilização pode basear-se no custo do tratamento para atingir a qualidade requerida. Isso pressupõe que é rentável fornecer sistemas de distribuição separados para clientes que exigem qualidade de água diferentes. Obviamente, isso nem sempre é possível, e uma análise de custo-benefício do tratamento de todo o fluxo de água de reúso até o nível mais alto requerido deve ser comparada ao custo de sistemas de distribuição separados. Deve-se também considerar a possibilidade de fornecer um nível mais baixo de tratamento para um único sistema de distribuição de água de reúso, com tratamento adicional fornecido no ponto de uso, conforme exigido pelo cliente e consistente com as regulamentações locais/estaduais.

9.2 ÂMBITO NACIONAL

O Governo Federal, até o momento, tem liberado recursos para financiamento de projetos de reúso, por exemplo, por meio de parcerias com a Fiesp, no desenvolvimento de manuais de reúso; de ACT, por exemplo, o Acordo de Cooperação n. 14/2016 entre a União e a CNI; nos chamamentos públicos da ANA para financiamento de projetos de reúso agrícola (Edital ANA n. 002/2012 e Edital ANA n. 001/2014) e em edificações (Fiesp, 2005 e Edital ANA n. 001/2012, que nenhum dos projetos pré-selecionados foram adiante); além de outros projetos de pesquisas e capacitação como o Prosab.

De qualquer forma, não se identificou um programa financeiro do Governo Federal ou dos entes federativos que incentive (direta ou indiretamente) a implantação de projetos de reúso de água em grande escala. O PL n. 1.155/2011, que autoriza o Poder Executivo a criar o Funreágua, até o presente, não foi aprovado pela Câmara dos Deputados.

Salienta-se que o Funreágua objetiva apoiar financeiramente projetos de reutilização de água com ações voltadas para: (i) desenvolvimento de tecnologia apropriada para o reúso de água; (ii) a aquisição, instalação, conservação, ampliação e recuperação de sistemas de reutilização de água em edificações residenciais, comerciais, industriais e de serviços públicos e privados; (iii) produção e instalação de equipamentos comunitários, urbanos e rurais, destinados à reutilização de água; (iv)

apoio financeiro aos centros de excelência engajados em promover e desenvolver tecnologias para a prática de reúso de água; e (v) outras formas de intervenção, assim determinada pelo Conselho Gestor do Fundo.

Em relação ao desenvolvimento de um mercado de consumo para água de reúso no Brasil, a empresa CH2M, no âmbito do seu projeto, avaliou quantitativamente o “potencial de reúso” no Brasil, de aproximadamente 13 m³/s no curto-médio prazo, considerando apenas as ETE em operação com tratamento de efluentes em nível secundário (remoção de matéria orgânica) ou superior. O Brasil apresenta atualmente uma vazão de reúso de efluente sanitário tratado planejado de aproximadamente 2 m³/s, com vazão média em torno de 1,6 m³/s (CH2M – Produto VI, 2018). Para fins de comparação, segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, a vazão de água associada ao uso urbano é de 494 m³/s e de 353 m³/s para o uso industrial (ANA, 2016).

Para que esse cenário seja alcançado, faz-se necessário, entre outros pontos, estabelecer políticas públicas que estimulem a implantação de novos projetos de reúso de água e desenvolvam mercado para essa água de reúso por meio de campanhas de divulgação e conscientização, a fim de levar segurança aos usuários. Segundo CH2M – Produto VI (2018), por exemplo, a Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A (Sanasa) de Campinas não conseguiu atingir o potencial de reúso da ETE Capivari II devido, entre outros aspectos, às dificuldades enfrentadas para levar a água de reúso até o único usuário receptível.

No âmbito estadual, pode-se citar a Lei Estadual n. 16.033/2016 do Ceará, que em seu art. 13 define que o Estado realizará convênios com municípios, entidades da sociedade civil e organizações cooperativas para capacitação, formação, organização social, validação e socialização de conhecimentos e tecnologias de captação, armazenamento e aproveitamento da água da chuva. O parágrafo único cita que para cumprimento do disposto no *caput* do artigo se concederá apoio no âmbito rural, por meio de serviços de assistência técnica e extensão, crédito, pesquisa e outras ações dos órgãos do estado às famílias para capacitação e acesso a projetos de captação, armazenamento e aproveitamento da água da chuva, em suas diversas modalidades.

No art. 14 dessa lei, institui-se que a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap) fica responsável por criar um

programa de apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico das práticas de reúso de água; e no seu parágrafo único expõe que o programa de que cuida o caput tem por objetivos:

I - Colaborar com a Secretaria dos Recursos Hídricos na formulação das diretrizes para as práticas de água de reúso no Ceará;

II - Promover ações que venham resultar no fortalecimento científico das práticas de reúso de água em todos os níveis de conhecimento;

III - Fortalecer e dar suporte às atividades de informação e extensão tecnológica no conhecimento das práticas de reúso de água que venham atender a demandas do setor produtivo, contribuindo com o fomento à capacitação de recursos humanos no Estado do Ceará em nível de pós-graduação;

IV - Custear, total ou parcialmente, a criação, a instalação ou a modernização da infraestrutura necessária ao desenvolvimento das atividades de pesquisa no campo científico do reúso de água, inclusive de novas unidades e centros de pesquisa;

V - Conceder bolsas de estudo, no País ou no exterior, para apoiar a formação e o aperfeiçoamento de recursos humanos para a pesquisa, a transferência de tecnologia e a inovação no campo científico do reúso de água;

VI - Incentivar projetos de pesquisa que aprimorem tecnologias sociais de reúso de águas cinzas, especialmente para as populações rurais, estimulando a inovação tecnológica e a produção acadêmica no sentido de proporcionar aos agricultores familiares maior capacitação técnica para utilização de água de reúso.

Por sua vez, a Lei n. 14.018/2005 do município de São Paulo, no art. 5º, estabelece que serão estudadas soluções técnicas e um programa de estímulo à adaptação das edificações já existentes. E o art. 6º expressa que a participação no programa será aberta às instituições públicas e privadas e à comunidade científica, que serão convidadas a participar das discussões e a apresentar sugestões.

Em relação ao Decreto n. 099/2007 do estado de Santa Catarina, expõe no Art. 4º que: Cabe à Fundação de apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina (Fapesc), fomentar e apoiar programas de pesquisa que visem à busca de soluções de prospecção, preservação, conservação de fontes de águas superficiais e subterrâneas, após a avaliação, análise e aprovação do Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia.

Em seu art. 5º, cita que cabe à Fundação Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc) promover o ensino e a pesquisa que vise à busca de soluções de prospecção, preservação e conservação de fontes de água superficiais e subterrâneas.

9.3 ANÁLISE CRÍTICA

Considerando as competências do CNRH, os objetivos deste documento e o que foi analisado neste capítulo, pode-se pormenorizar:

- Para sucesso de uma política de uso racional e reúso de água sustentável, é necessário identificar e associar as componentes-chave ao Plano Nacional de Recursos Hídricos, com objetivos de desenvolver um mercado de consumo para água de reúso, estabelecendo tarifas adequadas e aceitáveis, bem como subsídios ou outros incentivos financeiros para promover a instalação de projetos de reúso de água. O desenvolvimento de um mercado de consumo para a água de reúso pode ser alcançado por meio de campanhas de divulgação e conscientização dos usuários a fim de que eles possam compreender, aceitar e confiar na qualidade e disponibilidade da água de reúso. Nesse sentido, o CNRH, por meio da CTEM, pode propor e analisar mecanismos e diretrizes de disseminação da informação sobre essa temática, além de recomendar critérios referentes ao conteúdo de educação em recursos hídricos nos livros didáticos e para os planos de mídia para fomentar, entre outros pontos, esse mercado.
- Uma forma de estímulo para implantação de sistemas de reúso, seguindo as premissas de outorga de direito ao uso do recurso hídrico ou de lançamento abordado anteriormente, é a CTCOB/CNRH propor diretrizes e ações conjuntas para a integração e otimização de procedimentos entre as instituições responsáveis pela cobrança do uso de recursos hídricos, sugerindo redução/adequação de valor de uma ou mais das diversas variáveis empregadas nas metodologias de cobrança pelo uso da água dos Comitês de Bacia Hidrográfica para os empreendimentos que possuem projetos de reúso, visando incentivar e educar sobre essa prática.

- Para instituição de subsídios ou outros incentivos financeiros que promovam o uso racional e reúso de água, como abordado, os modelos de financiamento existentes – por exemplo, para financiamento de serviço de abastecimento de água – podem ser adaptados para projetos de uso racional e reúso de água. Em geral, a implantação (Capex) de projetos de reúso passa por algum tipo de financiamento, seja por meio de subsídios federais ou assistência privada, sendo que aporte financeiro pode surgir com a aprovação dos PL e PLS em tramitação, essencialmente, o PLS n. 12/2014 (propõe incentivos para fomentar a reutilização de recursos hídricos) e o PL n. 1.155/2011 (autoriza o Poder Executivo a criar o Funreágua). O CNRH pode, por meio de suas competências e da Câmara Técnica do Plano Nacional de Recursos Hídricos (CTPNRH), estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos a fim de subsidiar a formulação do Orçamento da União, adequando-o a essas demandas.

10. PAPEL DO CNRH EM RELAÇÃO À TEMÁTICA

Apresenta-se neste capítulo um resumo das análises críticas efetuadas sobre o papel do CNRH, conforme suas competências, para a implementação de políticas públicas relacionadas ao uso racional e reúso da água no País, com base no que foi discutido nos capítulos anteriores.

Dessarte, nos quadros a seguir, denominados de Box, apresentam-se: lacunas e pontos identificados ao longo deste relatório no que concerne à implementação de políticas públicas de uso racional e reúso da água; uma compreensão/esclarecimento sobre essas lacunas e pontos; as respectivas sugestões de abordagem em que o CNRH pode atuar para suprir essas questões, considerando obviamente suas competências; bem como algumas observações, quando oportuno.

Box 1	Lacuna/Ponto 1
Conceitos, nomenclaturas e terminologias	
Compreensão/Esclarecimento:	
Para desenvolvimento de qualquer política pública e, conseqüentemente, ato normativo, devem-se primeiramente padronizar conceitos, nomenclaturas e terminologias encontradas sobre o tema. Para a temática do uso racional e reúso da água não é diferente, visto que se encontram nas publicações e bibliografias consultadas definições diferentes para alguns conceitos, nomenclaturas e terminologias que podem dificultar enormemente a compreensão e interpretação desse ato normativo.	
Sugestão de abordagem:	
Com base neste relatório, a CTCT/CNRH pode empreender uma discussão sobre os principais conceitos, nomenclaturas e terminologias apresentados a fim de produzir um documento com essa padronização. A partir disso, o CNRH deve revisar/complementar as resoluções relacionadas ao tema (principalmente as resoluções n. 54/2005 e n. 121/2010), se necessário e, recomendar por meio de moção que os outros órgãos/entidades que abordam também essa temática façam o mesmo.	
Observações:	
Um quadro com as sugestões dos principais conceitos, nomenclaturas e terminologias encontra-se no Capítulo 11 – Conclusões e Recomendações.	

Box 2	Lacuna/Ponto 2
Licenciamento e Fiscalização	
Compreensão/Esclarecimento:	
<p>A Resolução CNRH n. 54/2005, em seu Art. 11º, indica que o produtor, o distribuidor e o usuário da água de reúso direto não potável deve requerer a licença ambiental, quando exigida, assim como o cumprimento das demais obrigações legais pertinentes.</p> <p>Contudo, pela falta de um quadro regulatório específico em nível federal, somente poucos estados brasileiros publicaram leis que exigem a questão do licenciamento para projetos de reúso de água, a maioria não estabeleceu um quadro regulatório específico, tendo licenciado projetos de reúso com avaliação caso a caso, conforme o processo de licenciamento de ETEs e ETAs.</p>	
Sugestão de abordagem:	
<p>O CNRH deve, por meio de moção, por exemplo, solicitar que o Conama – que é o órgão que possui atribuição para estabelecer normas e critérios em relação ao licenciamento ambiental, com participação do SVS/MS – emita um ato normativo ou complemente as resoluções existentes, com critérios e diretrizes gerais para licenciamento e fiscalização de empreendimentos que visam ao reúso de água.</p>	
Observações:	
<p>Uma sugestão para esse procedimento situa-se no Capítulo 11 – Conclusões e Recomendações.</p>	

Box 3	Lacuna/Ponto 3
Parâmetros e Padrões de Qualidade da Água de Reúso	
Compreensão/Esclarecimento:	
<p>O Art. 3º §2º da Resolução CNRH n. 54/2005 determina que órgãos competentes deverão definir diretrizes, critérios e parâmetros específicos para as modalidades de reúso. Todavia, até o presente momento, esses critérios e parâmetros não foram estabelecidos, sendo essa uma das maiores lacunas observadas, levando a quase que total ineficácia das Resoluções CNRH n. 54/2005 e n. 121/2010.</p>	
Sugestão de abordagem:	
<p>O CNRH deve, por meio de moção, por exemplo, articular com o Conama, com a colaboração do MS, a criação de uma resolução visando à definição de parâmetros e padrões específicos para reúso de água, atendendo as modalidades agrícola e urbano, essencialmente.</p>	
Observações:	
<p>Uma sugestão dos parâmetros e padrões, bem como a justificativa para adoção deles, encontra-se no Item 4.4.</p>	

Box 4	Lacuna/Ponto 4
Outorga	
Compreensão/Esclarecimento:	
<p>A concessão da outorga e a cobrança pela uso da água são dois instrumentos da Lei n. 9.433/1997 e também presente no Art. 5º da Resolução CNRH n. 54/2005.</p> <p>Esse instrumento, quando considerados os projetos de reúso inseridos na Bacia Hidrográfica, pode servir tanto como mecanismo de controle do balanço hídrico da bacia hidrográfica, afetando a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, quanto como um fator impulsionador e educador em relação a essa prática.</p>	
Sugestão de abordagem:	
<p>A CTPOAR pode desenvolver procedimentos e mecanismos para a inserção da outorga de direito ao uso do recurso hídrico e de lançamento quando relacionadas ao reúso de água no balanço hídrico da bacia hidrográfica. Compreende-se que, com o emprego de indicadores que visam avaliar os índices de eficiência dos usos dos recursos hídricos no contexto do balanço hídrico da bacia hidrográfica, considerando também o reúso de água, será obtido um impacto positivo sobre a racionalização da água, melhorando a qualidade e quantidade dos recursos hídricos.</p>	
Observações:	
<p>Quanto às questões de instrumentos de incentivos e fomentos para a prática de reúso relacionada a outorga, vide Box 7.</p>	

Box 5	Lacuna/Ponto 5
Uso racional da água	
Compreensão/Esclarecimento:	
<p>O uso racional da água ou conservação de água pode ser compreendido como qualquer redução benéfica nas perdas de água, desperdício ou uso.</p> <p>Assim, para conservação de água devem ser instituídas ações que resultem em economia de água, incidindo não somente sobre os domicílios, indústrias ou a agricultura, mas também sobre todas as partes do sistema de abastecimento e os mananciais, por meio da criação de áreas de preservação e do combate à poluição na origem e ao desmatamento. Na prática, busca-se a racionalização do uso de água mediante técnicas e procedimentos que resultem na conservação do recurso. O uso racional de água, definitivamente, atua de maneira sistêmica sobre a demanda e conservação de água, prevendo tanto a administração eficiente do que já há disponível quanto a ampliação de sua oferta de forma responsável e regulada.</p> <p>Nessa perspectiva, para se alcançar o uso racional de água em nível nacional, essencialmente, deve-se criar um ato normativo estabelecendo um “Programa Nacional de Conservação e Uso Racional da Água” que contenha metas em um plano estratégico de curto, médio e longo prazos, com objetivo principal de instituir medidas que induzam à conservação, ao uso racional e à</p>	

utilização de fontes alternativas de água, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água, nas principais modalidades de uso.

Esse programa deve integrar diversas medidas que já vêm sendo desenvolvidas no País e, como no caso de aparelhos e sistemas que visam à economia de água (como trabalha o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat do MCidades); da adoção de procedimentos para o controle de vazamentos da rede hidráulica, monitoramento de indicadores e metas de consumo de água (como trabalha o Programa de Modernização do Setor Saneamento do MCidades); do uso e manejo sustentável dos solos e dos recursos hídricos destinados à irrigação (como preconiza um dos princípios Política Nacional de Irrigação – Lei n. 12.787/2013); e outras a serem desenvolvidas, como a sensibilização dos servidores, funcionários e usuários em geral para a adoção de práticas racionais de uso da água; a captação e reaproveitamento de água de chuva e outras fontes, entre outras práticas.

Percebe-se assim a complexidade para instituição de um ato normativo quanto ao uso racional de água, que necessita de um envolvimento interministerial, como MCidades, MMA, Mapa, ANA, MI e MCTIC, entre outros órgãos e entidades (Embrapa, CNI, Firjan, Fiesp, etc.) visando abordar as principais modalidades de uso da água.

Sugestão de abordagem:

O CNRH deve fomentar e articular junto ao MMA e MCidades, entre outros ministérios e entidades, por meio de uma moção, a criação de um Grupo de Trabalho para o desenvolvimento de ato normativo sobre programa nacional de conservação e uso racional da água.

Observações:

No caso da modalidade agrícola, a Lei n. 12.787/2013, que dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação, já determina diversas ações a respeito desse tema. Para a modalidade industrial, existem projetos no âmbito de grandes instituições como Fiesp, CNI, Sinduscon, ANA, etc. que podem servir como pilar.

Além disso, existe o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA), em Portugal, que pode servir como exemplo suporte para criação desse ato normativo que apresente a toda a sociedade um Programa Nacional de Conservação e Uso Racional da Água.

Box 6	Lacuna/Ponto 6
Divulgação e conscientização	
Compreensão/Esclarecimento:	
<p>Para desenvolvimento de políticas públicas em relação ao uso racional e reúso de água e, conseqüentemente, de um ato normativo, deve-se trabalhar também com ações não estruturais, ou seja, ligadas a informação, orientação e conscientização de todos os atores envolvidos, conforme determina o Art. 10º da Resolução CNRH n. 54/2005. Tais ações têm o intuito de conscientizar a população sobre os problemas e desafios do suprimento e escassez de água, estimular o emprego de medidas de conservação da água e de aceitação pública quanto à água</p>	

de reúso a fim de levar confiança e segurança aos usuários, bem como auxiliar o desenvolvimento de mercado de consumo para água de reúso.

Sugestão de abordagem:

O CNRH deve propor e analisar, tendo como base a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei n. 9.795/1999) e por meio da CTEM, mecanismos de difusão de informações para a conscientização pública sobre a importância e os benefícios do uso racional e reúso de água, o uso de aparelhos e dispositivos economizadores de água, o combate ao desperdício ou às perdas de água, entre outros aspectos, além de recomendar critérios referentes ao conteúdo de educação em recursos hídricos nos livros didáticos.

Observações:

-

Box 7	Lacuna/Ponto 7
Fomentos e incentivos	
Compreensão/Esclarecimento:	
<p>Sabe-se que grande parte dos projetos de reúso em operação no Brasil foram implantados independentemente de incentivos fiscais ou financeiros específicos ao reúso dos governos federal ou estaduais. Sabe-se também, como foi apontado no Produto I, que poucos projetos solicitam o apoio financeiro do Governo Federal por meio das linhas de financiamento existentes e acessíveis aos projetos de reúso, principalmente, devido à ausência de projetos bem estruturados e robustos ou em razão da baixa capacidade técnica para concepção de propostas. De todo modo, há de se ponderar também a existência de desincentivos fiscais, como o fato de que o ICMS se aplica ao reúso de água, enquanto não se aplica à água potável, como indicado no Produto I e segundo CH2M – Produto VI (2018).</p> <p>Ademais, existem alguns PL e PLS em tramitação que tratam especificamente a respeito do uso racional e reúso de água que, se aprovados, poderão incentivar essa temática no País.</p> <p>Por outro lado, a própria renovação ou concessão da outorga e a cobrança pela água são dois instrumentos da Lei n. 9.433/1997 que permitem incentivar o reúso de água dada a redução do volume de água a ser captada ou por meio de uma possível diminuição da tarifa a ser cobrada pelo uso do recurso hídrico, quando se implanta, ou pretende implantar, um projeto de reúso.</p>	
Sugestão de abordagem:	
<p>A CTEM/CNRH pode propor e analisar mecanismos e diretrizes de disseminação da informação sobre essa temática, além de recomendar critérios referentes aos planos de mídia para fomentar o mercado de consumo para água de reúso.</p> <p>A CTCOB/CNRH pode propor a revisão/adequação de uma ou mais das diversas variáveis empregadas nas metodologias de cobrança pelo uso da água dos Comitês de Bacia Hidrográfica, como as relacionadas aos objetivos específicos pela captação ou por boas práticas de uso, objetivando a redução do valor de cobrança para os empreendimentos com projeto de reúso, com o intuito de estimular e educar sobre essa prática.</p>	

A CTPNRH/CNRH pode, por meio de moção, estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos a fim de subsidiar a formulação do Orçamento da União, promovendo maior agilidade quanto aos PL e PLS que estão em tramitação, adequando-os às demandas.

Observações:

-

Considerando todos esses pontos indicados, ademais, recomenda-se que o CNRH promova articulação com as organizações técnicas responsáveis, como a ABNT, a fim de alinhar as informações que estão sendo discutidas, e futuramente implementadas, para que essas organizações desenvolvam procedimentos e orientações técnicas para assegurar, em todos os aspectos, os projetos de uso racional e reúso de água.

11.CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com o desenvolvimento deste trabalho, foi possível chegar a algumas conclusões e recomendações:

- a) O uso racional e o reúso de água são práticas estratégicas que devem integrar a gestão dos recursos hídricos, de modo que o incremento da eficiência no consumo da água tenha como objetivo, evidentemente, a redução de vazões captadas, bem como que usos diversos possam ser supridos por água com padrão de qualidade adaptado ao fim a que se destina.
- b) A padronização dos conceitos, nomenclaturas e terminologias relacionados ao uso racional e reúso de água é imprescindível para o desenvolvimento de uma política pública robusta e sustentável. Nesse sentido, no quadro a seguir apresentam-se sugestões para uma padronização dos principais conceitos, nomenclaturas e terminologias abordados, segundo análise crítica realizada no Capítulo 2, Item 2.1.

Conceitos, nomenclaturas e terminologias	Sugestão
Água bruta	Água de uma fonte de abastecimento, como rio, lago, reservatório ou aquífero, antes de receber qualquer tratamento, sendo o mesmo que água <i>in natura</i> , podendo ser destinada a múltiplos usos (idem Lei n. 16.033/2016 do Estado do Ceará).
Água residuária	Esgoto ou efluente sanitário: despejos líquidos constituído de atividades domésticas, comerciais, águas de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos (adaptado da Norma brasileira – NBR 9.648/1986 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e da Resolução Conama n. 430/2011). Sendo esse o termo recomendado para ser empregado nessa temática.
Efluente	Despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos (adaptado da Resolução Conama n. 430/2011).
Esgoto ou efluente sanitário	Despejos líquidos constituído de atividades domésticas, comerciais, águas de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos (adaptado da Norma brasileira – NBR 9.648/1986 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e da Resolução Conama n. 430/2011).
Água cinza	Água residuária proveniente de atividades domésticas como lavatórios, chuveiros, banheiras, máquina de lavar roupa e tanque,

		excetuando-se água residuária proveniente dos vasos sanitários e pias de cozinha (Prosab, 2006).
Água de chuva		Água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais (NBR n. 15.527/2007 da ABNT)
Água de reúso		Água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas (Idem Resolução CNRH n. 54/2005).
Reúso de água		Utilização de água residuária (não potável) (Idem Resolução CNRH n. 54/2005).
Reúso direto		Uso planejado de água de reúso conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos (Idem Resolução CNRH n. 54/2005).
Reúso indireto		Água residuária descartada diretamente nas águas superficiais ou subterrâneas com a intenção de serem reutilizadas novamente a jusante de forma diluída (adaptado da WHO, 1973).
Reúso interno		Uso interno de água de reúso proveniente de atividades realizadas no próprio empreendimento (adaptado da Lei n. 16.033/2016 do Estado do Ceará).
Reúso externo		Uso externo de água de reúso proveniente de atividades realizadas por terceiros, podendo ser das estações de tratamento de efluentes administradas por prestadores de serviços de saneamento básico ou não (adaptado da Lei n. 16.033/2016 do Estado do Ceará).
Produtor de água de reúso		Pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reúso (Idem Resolução CNRH n. 54/2005).
Distribuidor de água de reúso		Pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reúso (Idem Resolução CNRH n. 54/2005).
Usuário de água de reúso		Pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reúso (Idem Resolução CNRH n. 54/2005).
Reúso direto não potável	Urbano	Utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana (Idem Resolução CNRH n. 54/2005).
	Agrícola e Florestal	Utilização de água de reúso para irrigação na produção agrícola e cultivo de florestas plantadas (Idem Resolução CNRH n. 54/2005).
	Ambiental	Utilização de água de reúso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente (Idem Resolução CNRH n. 54/2005).
	Industrial	Utilização de água de reúso em processos, atividades e operações industriais (Idem Resolução CNRH n. 54/2005).
	Aquicultura	Utilização de água de reúso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos (Idem Resolução CNRH n. 54/2005).
Uso racional de água		Uso eficiente de água, que visa minimizar demanda e maximizar a oferta de água, por meio de um conjunto de ações que propiciam a economia de água e o combate ao desperdício quantitativo

	(Adaptado do Prosab, 2006; da Lei municipal n. 10.785/2003 de CuritibaPR e da Lei federal n. 11.445/2007).
Perdas de água	Quantidade de água prevista para a realização de um ou mais usos, mas que não é utilizada devido a deficiências técnicas, operacionais, econômicas ou de outro tipo; ou o volume referente à diferença entre volume fornecido ao sistema e consumo autorizado (Idem Prosab, 2009).
Perda aparente (perdas não físicas)	Parcela de água correspondente ao volume de água consumido, porém não contabilizado pelo fornecedor da água, decorrente de erros de medição nos hidrômetros e demais tipos de medidores, fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro comercial (Idem Prosab, 2009).
Perda real	Parcela de água que não chega aos consumidores em função de vazamentos no sistema (Idem Prosab, 2009).

c) Os principais potencializadores para o uso racional e reúso de água são:

- A segurança hídrica de uma municipalidade ou região;
- A proteção do meio ambiente e, por consequência, da saúde pública;
- O chamado *Water-energy-food nexus*.

d) Quanto aos normativos legais e diretrizes em vigor ou em tramitação no Brasil, considerando-se evidentemente as competências do CNRH, conforme comentado no Item 4.2.1.1, e o que foi analisado nos normativos e projetos internacionais, podem-se indicar os seguintes aspectos positivos sobre o reúso de água:

- As Resoluções CNRH n. 54/2005 e n. 121/2010 já definem modalidades de reúso de água conforme é adotado e indicado mundialmente, além de estabelecer os critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água e as diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, respectivamente, não necessitando de complementação nesse sentido.

e) Em relação aos aspectos a serem ampliados/aprofundados pelo CNRH, sinteticamente, cita-se:

- Proporcionar articulação, por meio de moção, com o Conama, com participação do MS, a fim de estabelecer parâmetros e padrões no contexto das Resoluções CNRH n. 54/2005 e 121/2010, para que, com isso, essas resoluções possam ser implementadas de fato, sendo essa a

principal lacuna observada no âmbito dessas resoluções. Para a modalidade industrial, a definição dos parâmetros e padrões não é necessária, em razão da enorme dificuldade de padronizá-los dados os diversos tipos de indústrias e processos industriais existentes, entre outros pontos apresentados no Capítulo 4, excetuando assim essa modalidade de uma futura resolução do Conama;

- Apesar de não ser competência do CNRH, foram sugeridos no Capítulo 4, Tabela 4.28, parâmetros e padrões que podem servir de fundamento para uma futura norma/resolução sobre reúso de água do Conama;
- Desenvolver, no âmbito da CTPOAR/CNRH, procedimentos e mecanismos para a incorporação da outorga de direito ao uso do recurso hídrico e da outorga de lançamento quando relacionadas ao reúso de água no balanço hídrico da bacia hidrográfica com intuito de avaliar os índices de eficiência dos usos dos recursos hídricos de bacia hidrográfica, que alcançará impacto positivo sobre a racionalização da água;
- Propor a revisão/adequação, por meio da CTCOB, de uma ou mais das diversas variáveis empregadas nas metodologias de cobrança pelo uso da água dos Comitês de Bacia Hidrográfica, como as relacionadas aos objetivos específicos pela captação ou por boas práticas de uso, visando à redução do valor de cobrança para os empreendimentos com projeto de reúso, com o intuito de estimular e educar sobre essa prática, como foi realizado, por exemplo, pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba mediante a Deliberação n. 61/2016, aprovada pela Resolução n. 185/2016;
- Fomentar e articular, junto às organizações técnicas responsáveis, como a ABNT, o desenvolvimento de procedimentos e orientações técnicas a fim de assegurar, em todos os aspectos cabíveis, os projetos de uso racional e reúso de água e de alinhar todas as informações sendo discutidas ou implementadas;
- Propor e analisar, tendo como base a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei n. 9.795/1999) e por meio da CTEM, mecanismos de difusão de informações para a conscientização pública sobre a importância e os benefícios do uso racional e reúso de água, o uso de

aparelhos e dispositivos economizadores de água, o combate ao desperdício ou às perdas de água, entre outros aspectos, além de recomendar critérios referentes ao conteúdo de educação em recursos hídricos nos livros didáticos e para os planos de mídia visando fomentar, principalmente, o mercado de consumo para água de reúso, assim como os manuais da Fiesp (Fiesp, 2004), da Firjan (Firjan, 2006) e da ANA (ANA/Fiesp/Unica/CTC, 2009) para setor industrial e da ANA (ANA, 2004) para setor agrícola, por exemplo;

- A Resolução CNRH n. 54/2005 já estabelece que o produtor, o distribuidor e o usuário da água de reúso direto não potável deve passar por um processo de licenciamento ambiental. Esse procedimento, no entanto, é atribuição do Conama (Resolução n. 237/1997, especialmente) e, conseqüentemente, do órgão ambiental estadual ou municipal competente.

De qualquer modo, sugere-se que o CNRH se articule com o Conama e o MS (por meio da SVS) para a emissão de um ato normativo, ou em complementariedade das resoluções existentes, com critérios e diretrizes gerais para licenciamento de empreendimentos cujo intuito seja o reúso de água. Tais critérios e diretrizes podem ser estruturados de acordo com os seguintes tópicos:

- O licenciamento de ETE deve ser adaptado para permitir o licenciamento de projetos de reúso não potável de água;
- O órgão de saúde competente (SVS, por exemplo), estadual ou municipal, seguindo os princípios processuais para o licenciamento de ETE, deve ser incluído na sistemática do processo de licenciamento realizado pelo órgão ambiental;
- A licença de operação do projeto de reúso deve ser, obviamente, emitida ao produtor da água de reúso, com condicionantes aplicáveis ao distribuidor ou aos usuários;
- Os programas de monitoramento devem seguir as prerrogativas existentes para o licenciamento de ETE, sendo obrigatórios os requerimentos e conformidades específicas ao reúso de água;
- O licenciamento de ETE pode ser segmentado por categorias visando à simplificação dos procedimentos administrativos, a saber: (i) ETE com

vazão menor 20 m³/dia – ETE pequeno porte - procedimento simplificado; (ii) ETE com vazão de 20 m³/dia e menos que 100 m³/dia – ETE médio porte – procedimento padrão; (iii) ETEs que produzem mais 100 m³/dia – ETE grande porte – procedimento mais criterioso com envolvimento direto do órgão de saúde (SVS).

Assim como já ocorre em outros países, como na Austrália (EPA – Victoria), e de certo modo no estado de São Paulo, a vantagem desse sistema de divisão por escala de vazão é que pode reduzir o ônus administrativo do governo, em razão da possibilidade de enfoque em casos específicos, que apresentem níveis de desafios maiores.

f) Especificamente em referência à implementação de política pública visando ao uso racional de água, aponta-se que é essencial a criação de um programa de conservação e uso racional de água, assim como foi desenvolvido em São Paulo por meio do Pura, da Sabesp, em Curitiba/PR por meio do Purae (Lei municipal n. 10.785/2003), ou em Portugal, por meio do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA). Essa política deve ser elaborada com envolvimento de diversos setores do País (industrial, agropecuário, serviços de saneamento, doméstico, etc), levando em consideração os usos da água, podendo ser utilizados os Atlas desenvolvidos pela ANA, que analisa constantemente os usos da água no setor público, hidroelétrico, industrial, de irrigação e outros usos. Posteriormente, a partir desse diagnóstico, deve-se criar um programa nacional de conservação e uso racional de água contendo metas em um plano estratégico de curto, médio e longo prazos, com objetivo principal de instituir medidas que induzam à conservação, uso racional, utilização de fontes alternativas de água, etc., bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água, nas principais modalidades de uso, assim como realizado pelo PNUEA. Por fim, pode-se apontar a seguinte recomendação para atuação do CNRH nesse contexto:

- Fomentar e articular junto ao MMA, MCidades, Mapa, ANA, MI e MCTIC, entre outros órgãos e entidades (Embrapa, Firjan, Sinduscon, CNI, Fiesp, etc.) por meio moção, a criação de um Grupo de Trabalho para a elaboração de ato normativo sobre programa nacional de conservação e

uso racional da água. Esse programa deve integrar diversas medidas que já vêm sendo desenvolvidas no País e, como no caso de aparelhos e sistemas que visam à economia de água (como atua o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat do MCidades); da adoção de procedimentos para o controle de vazamentos da rede hidráulica, monitoramento de indicadores e metas de consumo de água (como trabalha o Programa de Modernização do Setor Saneamento do MCidades); do uso e manejo sustentável dos solos e dos recursos hídricos destinados à irrigação (como preconiza um dos princípios Política Nacional de Irrigação – Lei n. 12.787/2013); e outras a serem desenvolvidas como a sensibilização dos servidores, funcionários e usuários para a adoção de práticas racionais de uso da água; a captação e reaproveitamento de água de chuva e outras fontes, entre outras.

- g) Em relação ao fomento e incentivos financeiros para implementação da prática do uso racional e reúso de água, como mencionado, há diversos PL e PLS que abordam o tema de forma concreta e incisiva, essencialmente, o PLS n. 12/2014 (propõe incentivos para fomentar a reutilização de recursos hídricos) e o PL n. 1.155/2011 (autoriza o Poder Executivo a criar o Funreágua). Nesse contexto, a CTPNRH pode, conforme suas competências, estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos a fim de subsidiar a formulação do Orçamento da União, promovendo maior agilidade quanto aos PL e PLS que estão em tramitação, adequando-os às demandas. De todo modo, é importante destacar:

- Para sucesso de uma política de uso racional e reúso de água sustentável é necessário identificar e associar as componentes-chave ao Plano Nacional de Recursos Hídricos com objetivos de desenvolver um mercado de consumo para água de reúso e estabelecer tarifas adequadas e aceitáveis para água de reúso, bem como estabelecer subsídios ou outros incentivos financeiros para promover o uso racional e reúso de água;

Outrossim, é importante destacar que, de acordo com o que foi elucidado no Produto I, já existem algumas fontes de financiamento para projetos de reúso de água

e tratamento de água e efluentes, por exemplo, no âmbito do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS)/Caixa, sendo que esse recurso gira em torno de R\$ 5 bilhões por ano. No entanto, esse recurso quase não tem sido utilizado em razão do baixo número de projetos apresentados e, especialmente, bem estruturados, que evidencia, de modo geral, a insuficiente capacidade técnica para concepção de propostas de projetos robustos e consistentes.

Toda a análise realizada com base na literatura indicada neste documento demonstra que medidas que visam ao uso racional e ao reúso de água estão, cada vez mais, sendo implantadas ao redor do mundo, inclusive em alguns estados brasileiros. Cabe ao Governo Federal envolver seus ministérios e órgãos competentes a fim de promover a construção de políticas públicas consistentes, que garantam a regulamentação de práticas seguras e essenciais para a sustentabilidade do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABDEL-SHAFY, H. I.; MANSOUR, M. S. *Overview on water reuse in Egypt: present and future. Sustainable Sanitation Practice*, n. 14, v. 1, p. 17-25, 2013.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13.969/1997. Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação*. Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <http://acguasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf>. Acesso em: mai. 2018.

_____. *NBR. 15.527/2007. Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos*. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-15.527-Aproveitamento-%C3%A1gua-da-chuva.pdf>>. Acesso em: mai. 2018.

ALLIANCE TO SAVE ENERGY – ASE. *Watergy: energy and water efficiency in municipal water supply and wastewater treatment – cost-effective savings of water and energy*. Washington: Alliance to Save Energy, 2007

AL-SAUD, M. *Managing the Water Sector of Saudi Arabia*. Deputy Minister, Ministry of Water and Electricity, Saudi Arabia. Keynote Lecture Water Desalination and Reuse Center, October 16, 2010. King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia, 2010.

ALVES, Rodrigo *et al.* *Outorga de direito de uso de recursos hídricos. Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos*, Agência Nacional de Águas, v. 6, 2011.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (Brasil). *Agricultura irrigada e o uso racional da água*. Claudio Ritti Itaborahy...[*et al.*]. Brasília. Agência Nacional das Águas. Superintendência de Conservação de Água e Solo. 2004.

_____. Resolução n. 219, de 6 de junho de 2005. Dispõe sobre as diretrizes para análise e emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos para fins de lançamento de efluentes. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2005/219-2005.pdf>> Acesso em: mai. 2018.

_____. Resolução n. 1.163, de 26 de setembro de 2016. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/resolucoes/ana/2016/1163-2016.pdf>>. Acesso em: mai.2018.

_____. Resolução n. 2.079, de 4 de dezembro de 2017. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/legislacao/Resolucoes-ANA/2017/Resolucao-ANA-2079.pdf>>. Acesso em: mai. 2018

_____. *Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos*. Brasília, DF: ANA, 2013.

_____. *Balanço das Águas. Publicação Anual da Agência Nacional de Águas n. 5 – junho de 2015 a julho de 2016*. Brasília, 2016.

_____. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno*. Brasília: ANA, 2017.

ANA; FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (Fiesp); UNIÃO DA INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR (Unica); CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA (CTC). *Manual de conservação e reúso de água na agroindústria sucroenergética*. Brasília, 2009.

ANGELAKIS, A. N.; DURHAM, B. Water Recycling and Reuse in EUREAU countries: Trends and challenges. *Desalination*, v. 218, n. 1-3, p. 3-12, 2008.

ANGELAKIS, A. N.; GIKAS, P. Water Reuse: Overview of Current Practices and Trends in the World with Emphasis on EU States. *Water Utility Journal*, v. 8, p. 67-78, 2014.

ANNIKA, K.; JULIKA, P. Lesson D1 - Guidelines and Standards for Wastewater Reuse. *Adelphi Research Berlin - The EM Water project*, 2013. Disponível em: <https://cgi.tu-harburg.de/~awwwweb/wbt/emwater/documents/lesson_d1.pdf> Acesso em: abr. 2018.

AQUAPOLO. Workshop de Saneamento Básico da FIESP sobre "Água de Reúso". Sabesp, São Paulo, 13 de maio de 2015.

AQUAPOLO Website Aquapolo, 2018. Disponível em: <<http://www.aquapolo.com.br/>>. Acesso em: mai. 2018.

ASANO, T.; LEVINE, A. D. Wastewater Reclamation, Recycling and Reuse: Past, Present, and Future. *Water Science and Technology*, n. 33, p. 1-14, 1996.

AUSTRALIA. NSW Food Authority. *Water reuse guideline: For food businesses in NSW considering reusing water*, 2008.

_____. Government of Western Australia. Department of Health. Water Unit. *Guidelines for the Non-potable Uses of Recycled Water in Western Australia*, 2011.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION AND WATER ENVIRONMENT FEDERATION – AWWA/WEF. *Using Reclaimed Water to Augment Potable Water Resources*. 1. ed. Denver, CO: American Water Works Association, 1998.

BASTOS, R. K. X. *et al.* Subsídios à regulamentação do reúso da água no Brasil: utilização de esgotos sanitários tratados para fins agrícolas, urbanos e pisciculturais. *Revista DAE*, n. 177, p. 50-62, maio 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/dae.2014.016>>. Acesso em: jan. 2018.

BIXIO, D. *et al.* Desalination 187. *The International Journal on the Science and Technology of Desalting and Water Purification*, Water Reuse in Europe, 2005.

BLUMENTHAL, U. J. *et al.* *Guidelines for Wastewater Reuse in Agriculture and Aquaculture: Recommended Revisions Based on New Research Evidence*. London: WELL, 2000 (WELL Study, Task n. 68)

BRASIL. ABNT. *NBR 13.969/1997*. Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Disponível em: <http://acquasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf>. Acesso em: mai. 2018.

BRASIL. ABNT. NBR. 15.527/2007. Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-15.527-Aproveitamento-%C3%A1gua-da-chuva.pdf>>. Acesso em: mai. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*, Brasília, 12 dez. 2011.

BRASIL. Ministério das Cidades. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA). *Documentos Técnicos de Apoio*. Disponível em: <<http://www.pmss.gov.br/index.php/biblioteca-virtual/167-documentos-tecnicos-de-apoio-dta>>. Acesso em: mai. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. Resolução Conama n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 18 mar. 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Resolução n. 54, de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, seção 1, 9 mar. 2006. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2018/02/Resolu%C3%A7%C3%A3o-n%C2%BA-54-de-28-de-Novembro-de-2005-CNRH.pdf>>. Acesso em: mai. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. Resolução n. 370, de 6 de abril de 2006. Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. *Diário Oficial da União*, Brasília, 7 abr. 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. Resolução n. 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 7 abr. 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Resolução n. 91, de 5 de novembro de 2008. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. *Diário Oficial da União*, Brasília, seção 1, 6 fev. 2009. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CNRH%20n%C2%BA%2091.pdf>>. Acesso em: mai. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Resolução n. 121, de 16 de dezembro de 2010. Estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e

florestal, definida na Resolução CNRH n. 54, de 28 de novembro de 2005. *Diário Oficial da União*, Brasília, 16 mar. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. Resolução n. 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do Conama. *Diário Oficial da União*, Brasília, 16 maio 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Resolução n. 140, de 21 de março de 2012. Estabelece critérios gerais para outorga de lançamento de efluentes com fins de diluição em corpos de água superficiais. *Diário Oficial da União*, Brasília, seção 1, p. 52, 22 ago. 2012. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14>. Acesso em: mai.2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Resolução n. 141, de 10 de julho de 2012. Estabelece critérios e diretrizes para implementação dos instrumentos de outorga de direito de uso de recursos hídricos e de enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes, em rios intermitentes e efêmeros, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, seção 1, 24 ago. 2012. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14>. Acesso em: mai.2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Resolução n. 153, de 17 de dezembro de 2013. Estabelece critérios e diretrizes para implantação de Recarga Artificial de Aquíferos no território Brasileiro. *Diário Oficial da União*, Brasília, seção 1, p. 125, 4 abr. 2014. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14>. Acesso em: mai.2018.

BRASIL. Minuta ABNT/CB-02 - CE 002:146.004. Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações, 2017 (não publicado).

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, 5 de outubro de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: jan. 2018.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Decreto n. 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o código de águas. *Diário Oficial da União*, Rio de Janeiro, seção I, 20 jul. 1934. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm>. Acesso em: mai. 2018.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Decreto-Lei n. 7.841, de 8 de agosto de 1945. Institui o Código de Águas Minerais. *Diário Oficial da União*, Rio de Janeiro, 20 ago. 1945. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/Decreto-Lei/1937-1946/Del7841.htm>. Acesso em: janeiro de 2018.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de

formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, seção 1, p. 16509, 2 set. 1981. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6938-31-agosto-1981-366135-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: janeiro de 2018.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, seção 1, p. 470, 9 jan. 1997. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1997/lei-9433-8-janeiro-1997-374778-norma-pl.html>>. Acesso em: fev. 2018.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Decreto n. 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, seção 1, ed. extra, p. 1, 22 jul. 2010. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2010/decreto-7217-21-junho-2010-606813-norma-pe.html>>. Acesso em: fev. 2018.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, seção 1, p. 3, 8 jan. 2007.

BRASIL. Resumo de reunião pública de revisão da Portaria MS n. 2.914/2011. [online]. Disponível em: <<http://www.mpf.mp.br/regiao3/sala-de-imprensa/noticias-r3/mpf-promove-discussao-sobre-direito-a-informacao-da-qualidade-da-agua-e-sobre-procedimentos-para-garantia-do-padrao-de-potabilidade-para-consumo-humano>>. Acesso em: jan. 2018.

CAMAGNI, R.; CAPELLO, R.; NIJKAMP, P. Towards sustainable city policy: an economy-environment technology nexus. *Ecological Economics*, v. 24, n. 1, p. 103-118, jan. 1998.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. *Gestão de recursos hídricos na indústria da construção*: conservação de água e gestão de demanda. Brasília: Cbic/Senai, 2017. Disponível em: <http://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Gestao_de_Recursos_Hidricos_na_Industria_da_Construcao_2017-1.pdf>. Acesso em: fev. 2018.

CEARÁ [Município]. Lei n. 16.033, de 20 de junho de 2016. Dispõe sobre a política de reúso de água não potável no âmbito do estado do Ceará. *Diário Oficial do Estado*, Fortaleza, 22 jun. 2016.

_____. Conselho Estadual de Meio Ambiente do Ceará – Coema. Resolução n. 1, de 4 de fevereiro de 2016. Dispõe sobre a definição de impacto ambiental local, atividades de fiscalização e licenciamento ambiental e tabela com atividades de impacto local/regional. *Diário Oficial do Estado*, Fortaleza, 4 mar. 2016.

_____. Conselho Estadual de Meio Ambiente do Ceará – Coema. Resolução n. 2, de 2 de fevereiro de 2017. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, revoga as Portarias SEMACE n. 154, de 22 de julho de 2002 e n. 111, de 5 de abril de 2011, e altera a Portaria SEMACE n. 151, de 25 de novembro de 2002. *Diário Oficial do Estado*, Fortaleza, 21 fev. 2017.

CH. MOELLER, G.; GUILLÉN, R.; TREVIÑO, L.; LIZAMA, Ch. Reúso de aguas residuales tratadas como fuente directa e indirecta de agua potable. In: ESPINOZA, T. P.; MIJAILOVA, P.; CHAMY, R. (Org.). *Uso seguro del agua para el reúso*. São Paulo: AIDIS - Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2016. p. 91-106.

CHANG, D.; MA, Z. Wastewater reclamation and reuse in Beijing: influence factors and policy implications. *Desalination*, v. 297, p. 72-78, 2012.

CHENG, H.; HU, Y.; ZHAO, J. Meeting China's water shortage crisis: current practices and challenges. *Environmental Science and Technology*, v. 43, p. 240-244, 2009.

CHINA. *Guidelines for Series of Standard on Water Reuse*. Beijing: Standards Press of China, 2008.

CH2M. *Elaboração de proposta do Plano de ação para instituir uma política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil*. Produto II – Experiências de reúso (RP01A). Brasília: Interáguas, Ministério das Cidades, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA, 2016.

CH2M. *Elaboração de proposta do Plano de ação para instituir uma política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil*. Produto III – Critérios de qualidade da água (RP01B). Brasília: Interáguas, Ministério das Cidades, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA, 2017.

CH2M. *Elaboração de proposta do Plano de ação para instituir uma política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil*. Produto IV – Avaliação do potencial de reúso (RP01C). Brasília: Interáguas, Ministério das Cidades, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA, 2017.

CH2M. *Elaboração de proposta do Plano de ação para instituir uma política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil*. Produto V – Modelos de financiamento (RP02A). Brasília: Interáguas, Ministério das Cidades, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA, 2018.

CH2M. *Elaboração de proposta do Plano de ação para instituir uma política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil*. Produto VI – Plano de ações/Política de reúso (RF). Brasília: Interáguas, Ministério das Cidades, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA, 2018.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF WATER MANAGEMENT IN AGRICULTURE, 2007, *Water for Food, Water for Life*, International Water Management Institute, London, UK.

COMMON IMPLEMENTATION STRATEGY FOR THE WATER FRAMEWORK DIRECTIVE AND THE FLOODS. *Guidelines on Integrating Water Reuse into Water Planning and Management in the context of the WFD*. Document endorsed by EU Water Directors at their meeting in Amsterdam on 10th June 2016. 2016

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *O uso racional da água no setor industrial*. Confederação Nacional da Indústria, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp). 2. ed. Brasília : CNI, 2017.

CONÁGUA – COMISIÓN NACIONAL DEL ÁGUA. *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Atotonilco*. México, 2012. Disponível em: <<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAPDS-19-11.pdf>>. Acesso em: jun. 2018.

CORDIS COMMUNITY RESEARCH AND DEVELOPMENT INFORMATION SERVICE. Disponível em: <https://cordis.europa.eu/programme/rcn/714_en.html>. Acesso em: jun. 2018.

CURITIBA [Município]. Lei municipal n. 10.785, de 18 de setembro de 2003. Cria no município de Curitiba o Programa de Conservação e Uso racional da Água nas Edificações – PURAE. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/lei-ordinaria/2003/1078/10785/lei-ordinaria-n-10785-2003-cria-no-municipio-de-curitiba-o-programa-de-conservacao-e-uso-racional-da-agua-nas-edificacoes-purae>>. Acesso em: mai. 2018.

CURITIBA [Município]. Decreto n. 293/2006. Regulamenta a Lei n. 10.785/03 e dispõe sobre os critérios do uso e conservação racional da água nas edificações e dá outras providências. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/decreto/2006/29/293/decreto-n-293-2006-regulamenta-a-lei-n-10785-03-e-dispoe-sobre-os-criterios-do-uso-e-conservacao-racional-da-agua-nas-edificacoes-e-da-outras-providencias-2006-03-22.html>> Acesso em: mai. 2018.

DISTRITO FEDERAL [Estadual]. Lei n. 5.890, de 12 de junho de 2017. Estabelece diretrizes para as políticas públicas de reúso da água no Distrito Federal.

DREWES, Jörg E.; GARDUÑO, C. Patricio Roa; AMY, Gary L. Water reuse in the Kingdom of Saudi Arabia – status, prospects and research needs. *Water Science & Technology: Water Supply*, London, IWA, 2012.

DRUGOWICH, M. I. (Coord.). *Manual Técnico*, n. 81. Boas Práticas em Conservação do Solo e da Água. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI/SAA), 2014.

EEA – EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. *Sustainable water use in Europe - sectoral use of water*. Environmental Assessment Report No. 1. Prepared by: W. Krinner, C. Lallana and T. Estrela, CEDEX.; S. Nixon and T. Zabel, Water Research Centre.; L. Laffon, Agences de l'Eau.; G. Rees and G. Cole, Institute of Hydrology. Project manager: Niels Thyssen, European Environment Agency. European Environment Agency, Copenhagen. 1999.

EEAA – EGYPTIAN ENVIRONMENTAL ASSOCIATION AFFAIR. Law 48, n. 61- 63, Law of the Environmental Protection (1994) - updating n. 44, Cairo, Egypt, 2000.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Agricultura irrigada: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. Org. Lineu Neiva Rodrigues; Antônio Félix Domingues. 1. ed. Brasília – DF: Inovagri, 2017.

_____. *Água na agricultura*, 2018. Disponível em: <www.embrapa.br/agua-na-agricultura>. Acesso em: mai. 2018.

EPHC – ENVIRONMENT PROTECTION AND HERITAGE COUNCIL; NHMRC – NATIONAL HEALTH AND MEDICAL RESEARCH COUNCIL; NRMMC – NATURAL RESOURCE MANAGEMENT MINISTERIAL COUNCIL. *Australian guidelines for water recycling: Managing health and environmental risks*. Canberra, Australia. 2006.

_____. *Australian Guidelines for Water Recycling (AGWR): Augmentation of Drinking Water Supplies*. Environment Protection and Heritage Council. Canberra, Australia, 2008.

ESPINOZA, T. P. *Normatividad sobre el reúso del agua y biosólidos en América Latina*. In: ESPINOZA, T. P.; MIJAILOVA, P.; CHAMY, R. (Org.). *Uso seguro del agua para el reúso*. São Paulo: AIDIS - Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2016. p. 255-266.

ESPINOZA, T. P.; MIJAILOVA, P.; CHAMY, R. (Org.). *Uso seguro del agua para el reúso*. São Paulo: AIDIS - Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2016.

EU – EUROPEAN COMMISSION. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive and Floods Directive*. Guidelines on Integrating Water Reuse into Water Planning and Management in the context of the WFD. Document endorsed by EU Water Directors at their meeting in Amsterdam, 10 jun. 2016.

_____. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy. *Official Journal*. L 327, 22 December 2000.

_____. Directive 91/271/EEC of the European Parliament and of the Council of 21 May 1991 concerning urban wastewater treatment. *Official Journal*. L 135/40, 30 May 1991.

_____. Directive 86/278/EEC of the European Parliament and of the Council of 12 June 1986 on the protection of the environment, and in particular on the soil when sewage sludge is used in agriculture. *Official Journal*. L 181/6, 4 July 1986.

_____. Directive 91/676/EEC of the European Parliament and of the Council of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. *Official Journal*. L 375/1, 31 December 1991.

_____. Directive 2006/118/EC of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the protection of groundwater against pollution and deterioration. *Official Journal*. L 372/19, 27 December 2006.

_____. Directive 98/83/EC of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the quality of water intended for human consumption. *Official Journal*. L 330/32, 5 December 1998.

_____. Directive 2006/44/EC of the European Parliament and of the Council of 6 September 2006 on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life. *Official Journal*. L 264/20, 25 September 2006.

_____. Directive 2006/113/EC of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the quality required of shellfish waters. *Official Journal*. L 376/14, 27 December 2006.

_____. Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC. *Official Journal*. L 64/37, 4 March 2006.

_____. Directive 2009/147/EC of the European Parliament and of the Council of 30 November 2009 on the conservation of wild birds. *Official Journal*. L 20/7, 26 January 2010.

_____. Directive 92/43/EEC of the European Parliament and of the Council of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and the wild fauna and flora. *Official Journal*. L 206, 22 July 1992.

_____. COM/2006/231. Thematic Strategy for Soil Protection. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. European Commission, Brussels, BE, 2006.

_____. Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy amending and subsequently repealing Council Directives 82/176/EEC, 83/513/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC, 86/280/EEC and amending Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council. *Official Journal*. L 348/84, 24 December 2008.

_____. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control). *Official Journal*. L 334/17, 17 December 2010.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. *Irrigation in the Middle East Region in Figures: AQUASTAT Survey e 2008*, FAO Water Reports. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2008. p. 423.

FATTA, D. *et al.* Wastewater reuse: problems and challenges in Cyprus, Turkey, Jordan and Morocco. *European Water*, v. 11, n. 12, p. 63-69, 2005.

FIESP – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Conservação e reúso de água: manual de orientações para o setor industrial*. São Paulo: Fiesp, 2004.

_____. *Conservação e Reúso de Água em Edificações*. São Paulo: Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas, SindusCon-SP, Fiesp, 2005. Disponível em: <<http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2014/08/conservacao-e-reuso-de-aguas-2005.pdf>>. Acesso em: jun. 2018.

FIRJAN – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. *Manual de conservação e reúso de água na indústria*. Rio de Janeiro: DIM, 2006.

FITCH, Fitch Ratings. Fitch Afirma Rating 'A-(bra)' da 1a Emissão de Debêntures da Aquapolo; Perspectiva Estável, 5 agosto 2013. Disponível em: <<https://www.fitchratings.com/site/pr/798708>>. Acesso em: mai. 2018.

_____. Fitch Afirma Rating 'A-(bra)' da 1a Emissão de Debêntures da Aquapolo; Perspectiva Estável, 30 julho 2014. Disponível em: <<https://www.fitchratings.com/site/pr/842945>>. Acesso em: mai. 2018.

_____. Fitch Afirma Rating da 1a Emissão de Debêntures da Aquapolo em 'A-(bra)'; Perspectiva Estável, 18 julho 2016. Disponível em: <<https://www.fitchratings.com/site/pr/1009079>>. Acesso em: mai. 2018.

FLORENCIO, L. *et al.* Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (Prosab). *Tratamento e utilização de esgotos sanitários*. 1. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 2006.

GARCIA, R. J.; VIEIRA FILHO, J, E.R. Política agrícola brasileira: produtividade, inclusão e sustentabilidade. *Revista Política Agrícola*, v. 23, n. 1, jan./fev./mar. 2014.

GERMANY. Federal Ministry for the Environment Nature Conservation and Nuclear Safety and Federal Environmental Agency. *The German Water Sector - Policies and Experiences*. Berlin and Bonn, 2001.

GO ASSOCIADOS. *Relatório sobre aspectos regulatórios de reúso de água no Brasil e estudo de caso*. São Paulo, 2016.

GOIÂNIA [Município]. Lei n. 9.511, de 15 de dezembro de 2014. Estabelece regras de Controle de Águas Pluviais e Drenagem Urbana, e dá outras providências. *Diário Oficial do Município*, n. 5984, p. 5, 15 dez. 2014. Disponível em: <https://www.goiania.go.gov.br/html/gabinete_civil/sileg/dados/legis/2014/lo_20141215_000009511.pdf> Acesso em: mai. 2018.

HESPANHOL, I. Investigación y desarrollo en el área de reúso de aguas residuales tratadas. Recarga de acuíferos. In: ESPINOZA, T. P.; MIJAILOVA, P.; CHAMY, R. (Org.). *Uso seguro del agua para el reúso*. São Paulo: AIDIS - Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2016. p. 139-156.

HUSSAIN, I. *et al.* Wastewater use in agriculture: Review of impacts and methodological issues in valuing impacts. (With an extended list of bibliographical references). Working Paper 37. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2002.

IPCC – PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability* [online], 2014. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>>. Acesso em: jan. 2018.

JEWELL, K. *et al.* A novel framework to assess and manage contaminants of emerging concern in indirect potable reuse: the JPI-FRAME project. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/304801904_A_novel_framework_to_assess_and_manage_contaminants_of_emerging_concern_in_indirect_potable_reuse_the_JPI-FRAME_project>. Acesso em: jun. 2018.

JIMÉNEZ, B. *Water reuse in Latin America and the Caribbean. Water Reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs*. London: IWA, 2008. p. 177-195.

JIMÉNEZ, B. El reúso del agua y la seguridad alimentaria. Cáp. In: ESPINOZA, T. P.; MIJAILOVA, P.; CHAMY, R. (Org.). *Uso seguro del agua para el reúso*. São Paulo: AIDIS - Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2016. p. 109-121.

JIMÉNEZ, B.; ASANO, T. (Org.). *Water Reuse: An International Survey of Current Practice Issues and Needs*. London: IWA Publishing, 2008.

_____. Water reclamation and reuse around the world. Chapter 1. In: JIMÉNEZ, B.; ASANO, T. (Org.). *Water Reuse: An International Survey of Current Practice Issues and Needs*. London: IWA Publishing, 2008. p. 3-26.

JIMÉNEZ B.; CARRANZA, F.; MEDINA, N. Wastewater Agricultural Reuse in Nicaragua: Extent, Actual Practices, Perception and Perspectives. *Journal of Water Reuse and Desalination*, v. 1, n. 4, p. 185-201, 2011.

KAJENTHIRA, A.; SIDDIQI, A.; ANADON, L. D. A new case for promoting wastewater reuse in Saudi Arabia: Bringing energy into the water equation. *Journal of Environmental Management*, v. 102, p. 184-192, 2012.

KERAITA, B.; JIMÉNEZ, B.; DRECHSEL, P. Extent and implications of agricultural reuse of untreated, partly treated and diluted wastewater in developing countries. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, v. 3, n. 58, p.15-27, 2008.

LAHNSTEINER, Josef. I Fórum Técnico Internacional – Reúso Direto e Indireto de Efluentes para Potabilização, São Paulo, 15 e 16 de Outubro, 2014.

LAMBERT, A.; HIRNER, W. *Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures*. London: IWA, 2000.

LUDUVICE, M. L.; TEIXEIRA PINTO, M. A.; NEDER, K. D. ETE's Norte e Sul: 5 Anos de Sucesso Operacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999. *Anais...* Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999.

LYU, S. *et al.* Wastewater reclamation and reuse in China: opportunities and challenges. *Journal of Environmental Sciences*, v. 39, p. 86-96, 2016.

MARECOS DO MONTE, M. H. F. Guidelines for good practice of wastewater reuse for irrigation: Portuguese standard NP 4434. In: ZAIDI, M. K. (Ed.). *Wastewater reuse - risk assessment, decision-making and environmental security*. Heidelberg: Springer, 2007. p. 253-265.

MEKALA, G. D. *et al.* *Wastewater reuse and recycling systems: A perspective into India and Australia*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2008. (IWMI Working Paper 128.)

METCALF; EDDY/AECOM. *Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications*. McGraw Hill. New York, NY, USA, 2007.

MÉXICO. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (NOM-001-SEMARNAT). Norma Oficial Mexicana 001. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. *Diario Oficial de la Federación*, 24 jun. 1996.

MIJAYLOVA, P. Reúso del agua en la industria y oportunidades para lograr “descarga cero”. In: ESPINOZA, T. P.; MIJAYLOVA, P.; CHAMY, R. (Org.). *Uso seguro del agua para el reúso*. São Paulo: AIDIS - Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2016. p. 181- 197.

NORTH CAROLINA DEPARTMENT OF ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES, North Carolina Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, North Carolina Division of Water Resources, Land-of-Sky Regional Council. *Water efficiency manual for commercial, industrial and institutional facilities*. North Carolina. USA, 1998. <<http://www.p2pays.org/ref/01/00692.pdf>>. Acesso em 23 mai. 2018.

NRC – National Research Council. *Water Reuse: Potential for Expanding the Nation's Water Supply Through Reuse of Municipal Wastewater*. Washington, DC: The National Academies Press, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.17226/13303>>. Acesso em: mai. 2018.

PAPAIACOVU, I. *Case Study – Wastewater Reuse in Limassol as an Alternative Water Source*. In: Proc. Of the European Conference on Desalination and the Environment: Water Shortage, Lemesos, Cyprus, 28-31 mai.2001.

PERU. Resolución jeofactual ANA n. 224 de 31 de mayo de 2013. Reglamento de Procedimientos Administrativos para el otorgamiento de Autorizaciones de vertimiento y reúso de Aguas Residuales Tratadas. Disponível em: <http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j.224_con_reglamento_autorizaciones_de_vertimientos_6_0.pdf>. Acesso em: mai. 2018.

PETERS, J. E. *Domestic Rainwater Harvesting in the Caribbean*. In: ESPINOZA, T. P.; MIJAYLOVA, P.; CHAMY, R. (Org.). *Uso seguro del agua para el reúso*. São Paulo: AIDIS - Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2016. p. 227-279.

PNUMA – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. *Rumo a uma economia verde: caminhos para o desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza*. [s.l.]: Pnuma, 2011. Disponível em: <https://web.unep.org/greeneconomy/sites/unep.org/greeneconomy/files/field/image/green_economy_full_report_pt.pdf>. Acesso em: jan. 2018.

PORTO ALEGRE [Município]. Lei n. 10.506, de 5 de agosto de 2008. Institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas. *Diário Oficial de Porto Alegre*, Porto Alegre, 7 de ago. 2008.

PORTUGAL. *Programa Nacional para uso eficiente da água*. Versão preliminar. Lisboa: Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Instituto da água. 2001.

_____. Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. Programa Nacional para uso Eficiente da Água (PNUEA). Implementação 2012-2020. Portugal: Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Instituto da Água, 2012.

PROSAB – PROGRAMA DE PESQUISAS EM SANEAMENTO BÁSICO. Rede cooperativa de pesquisas. *Desinfecção de efluentes sanitários, remoção de organismos patógenos e substâncias nocivas*. Aplicações para fins produtivos como agricultura, aquicultura e hidroponia - utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura. Coordenação Rafael Kopschitz Xavier Bastos. Rio de Janeiro: ABES, 2003. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/ProsabRafaelInternet.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

_____. Rede cooperativa de pesquisas. *Tecnologias de segregação e tratamento de esgotos domésticos na origem, visando à redução do consumo de água e da infra-estrutura de coleta, especialmente nas periferias urbanas* - Uso Racional da Água em Edificações. Coordenação Ricardo Francis Gonçalves. Rio de Janeiro: ABES, 2006. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Uso_agua_-_final.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2018.

_____. Rede cooperativa de pesquisas. *Uso racional de água e energia: conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água*. Coordenação Ricardo Francis Gonçalves. Rio de Janeiro: ABES, 2009. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_5.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2018.

PURA-USP. *Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo*. São Paulo, SP, 2006. Disponível: <http://www.pura.usp.br/>. Acesso em: mai. 2018.

RIO DE JANEIRO [Estado]. Lei n. 4.393, de 16 de setembro de 2004. Dispõe sobre a obrigatoriedade das empresas projetistas e de construção civil a prover os imóveis residenciais e comerciais de dispositivo para captação de águas da chuva e dá outras providências. *DOERJ*, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<https://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/135934/lei-4393-04>>. Acesso em: mai. 2018.

RIO DE JANEIRO [Município]. Decreto n. 23.940, de 30 de janeiro de 2004. Torna obrigatório, nos casos previstos, a adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem. *DOM-RJ*, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<https://cm-rio-de-janeiro.jusbrasil.com.br/legislacao/917561/decreto-23940-04>> Acesso em: mai. 2018.

RODRIGUES, L. N. Água na agricultura: com planejamento e gestão não há crise hídrica. *Embrapa* [online], 28 abr. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2798136/artigo---agua-na-agricultura-com-planejamento-e-gestao-nao-ha-crise-hidrica>>. Acesso em: mai. 2018.

SANDINO, J. *et al.* *Valley of Mexico's Sustainability Program: Implementing the Largest Agricultural Reuse Water Reclamation Project in History*. WEFTEC 2012: Session 41 through Session 50, pp. 3470-3478(9). 2012.

SANTA CATARINA [Estado]. Decreto n. 99, de 1º de março de 2007. Obriga todas as obras públicas, e as privadas, financiadas ou incentivadas pelo Governo do Estado de Santa Catarina, implantar sistema de captação e retenção de águas pluviais e estabelece outras providências. *DOESC*, Florianópolis, 2007. Disponível em: <<http://server03.pge.sc.gov.br/legislacaoestadual/2007/000099-005-0-2007-005.htm>>. Acesso em: mai. 2018.

SANTOS, D. G. dos. Reúso de água advinda de esgoto para fines de la agricultura y forestal. In: ESPINOZA, T. P.; MIJAILOVA, P.; CHAMY, R. (Org.). *Uso seguro del agua para el reúso*. São Paulo: AIDIS - Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2016. p. 123-135.

SÃO PAULO [Estado]. Cetesb. *Orientação para apresentação de projeto visando a aplicação de água de reúso proveniente de Estação de Tratamento de Esgoto doméstico na agricultura*. [online]. São Paulo. Cetesb, [s.d.]. Disponível em: <<http://residuossolidos.cetesb.sp.gov.br/residuos-solidos/residuos-urbanos-saude-construcao-civil/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: maio 2017.

_____. Programa de Uso Racional da Água (Pura). 2006. Desenvolvido pela Sabesp. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=587>> ou <<http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalle.aspx?secaold=65&id=7765>>. Acesso em: mai. 2018.

_____. Instrução Técnica DPO n. 13, de 30 de maio de 2017. Objetiva regulamentar a Deliberação nº 156, de 11/12/2013 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CRH e indicar as exigências do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, para obtenção da Declaração sobre Viabilidade de Implantação (DVI) de empreendimentos e da outorga de direito de uso de recursos hídricos pelo produtor de água de reúso direto, não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário de Sistemas Públicos – ETEs. Disponível em: <<http://www.agencia.baciaspcj.org.br/docs/gestao/instrucao-dpo-013-17.pdf>>. Acesso em: mai. 2018.

_____. Resolução Conjunta SES/SMA/SSRH n. 1/2017. Disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário e dá providências correlatas. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*, p. 41-

42, 29 jun. 2017. Disponível em:
<<http://www2.ambiente.sp.gov.br/legislacao/resolucoes-sma/resolucao-conjunta-ses-sma-ssrh-01-2017/>>. Acesso em: mai. 2018.

SÃO PAULO [Município]. Lei Municipal n. 14.018, de 28 de junho de 2005. Institui o Programa Municipal de Conservação e Uso Racional da Água em Edificações e dá outras providências. *DOM-SP*, São Paulo, 2005. Disponível em:
<<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/23267257/lei-n-14018-de-28-de-junho-de-2005-do-municipio-de-sao-paulo>>. Acesso em: jul. 2018.

_____. Lei Municipal n. 16.174, de 22 de abril de 2015. Estabelece regramento e medidas para fomento ao reúso de água para aplicações não potáveis, oriundas do polimento do efluente final do tratamento de esgoto, de recuperação de água de chuva, da drenagem de recintos subterrâneos e de rebaixamento de lençol freático e revoga a Lei Municipal nº 13.309/2002, no âmbito do Município de São Paulo e dá outras providências. *DOM-SP*, São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.abes-sp.org.br/arquivos/lei_16.174_Municipio_de_SP_fomento_reuso_fins%20nao_potaveis.pdf>. Acesso em: mai. 2018.

SCHAEFER, K.; EXALL, K.; MARSALEK, J. Water reuse and recycling in Canada: a status and needs assessment. *Canadian Water Resources Journal*, v. 29, n. 3, p. 195-208, 2004.

SEI - Stockholm Environment Institute. Bonn 2011 Conference on “The Water, Energy and Food Security Nexus: Solutions for the Green Economy”. p. 16-18 November 2011, Bonn, Germany, 2011.

SHUVAL, H.; LAMPERT, Y.; FATTAL, B. Development of a risk assessment approach for evaluating wastewater reuse standards for agriculture. *Water Science and Technology*, v. 53, n. 11-12, p. 15-20, 1997.

SODERBERG, C. Panorama mundial del reúso de aguas residuales tratadas. In: ESPINOZA, T. P.; MIJAILOVA, P.; CHAMY, R. (Org.). *Uso seguro del agua para el reúso*. São Paulo: AIDIS - Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2016. p. 31-42.

STATE OF CALIFORNIA/EUA. *Regulations and Criteria for recycled water*. Title 22 Code of Regulations. California, USA: Department of Health Services, 2015.

STATE OF CALIFORNIA/EUA. *Regulations and guidelines for recycled water “The Purple Book”*. Title 22, California Code of Regulations. Sacramento, USA: Department of Health Services, 2001.

STEINLE-DARLING, E. The many faces of DPR in Texas. *Journal-American Water Works Association*, v. 107, n. 3, p.16-20, 2015.

TEXAS. Water Conservation Implementation Task Force - Water Conservation - Best Management Practices Guide. 2004.

TRIANA, J. Tecnologías para el tratamiento de Aguas Residuales con fines de reúso. In: ESPINOZA, T. P.; MIJAILOVA, P.; CHAMY, R. (Org.). *Uso seguro del agua para el*

reúso. São Paulo: AIDIS - Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2016. p. 61-73.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Africa: Atlas of our Changing Environment*. United Nations Environment Programme. Nairobi: Division of Early Warning, 2008.

_____. *Good practices for regulating wastewater treatment: Legislation, policies and standards*. Nairobi: United Nations Environment Program, 2015. <https://www.waterlex.org/new/wp-content/uploads/2014/11/GoodPracticesforRegulatingWastewater.pdf>>. Acesso em: mar. 2018.

_____.; MEDITERRANEAN ACTION PLAN – MAP. *Guidelines for municipal water reuse in the Mediterranean region*. Athens (Greece). 2005.

UPPER OCCOQUAN SERVICE AUTHORITY – UOSA. Website UOSA (2018). Disponível em: <<https://www.uosa.org/>>. Acesso em: jun. 2018.

USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Guidelines for water reuse*. 2. ed. Washington DC: USEPA, 2012.

WABAG. *Potable Reuse in Windhoek, Namibia*. 2014.

WATER CORPORATION. *Water Forever Whatever The Weather. Drought-proofing Perth*. WA, Australia, nov. 2011.

_____. *Groundwater Replenishment Trial. Final Report*. WA, Australia, 2013.

_____. Website Water Corporation. 2018. Disponível em <<https://www.watercorporation.com.au/>>. Acesso em: jun. 2018.

WATEREUSE FOUNDATION. *WaterReuse Research Foundation WRRF-07-03. How do images and words affect the public's acceptance of water reuse and desalination?* Virginia: WRF, 2011.

WESTERN AUSTRALIA. Environmental Protection Act 1986. *Environmental Protection Regulations 1987*. Reprint 8, 2014. Disponível em: <[https://www.legislation.wa.gov.au/legislation/prod/filestore.nsf/FileURL/mrdoc_27087.pdf/\\$FILE/Environmental%20Protection%20Regulations%201987%20-%20%5B08-00-00%5D.pdf?OpenElement](https://www.legislation.wa.gov.au/legislation/prod/filestore.nsf/FileURL/mrdoc_27087.pdf/$FILE/Environmental%20Protection%20Regulations%201987%20-%20%5B08-00-00%5D.pdf?OpenElement)>. Acesso em: mai. 2018.

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

_____. *Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture*. . Geneva: World Health Organization, 1989. (Technical Report Series n. 778). Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_778.pdf>. Acesso em: mai. 2018.

_____. *A regional overview of wastewater management and reuse in the Eastern Mediterranean Region*. World Health Organization, Regional Office for the Eastern Mediterranean Regional Centre for Environmental Health Activities CEHA, 2005.

_____. *Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater*. [s.l.]: World Health Organization, 2006. v. 2: Wastewater use in agriculture.

_____. *Pharmaceuticals in drinking-water*. Geneva: World Health Organization, 2012. Disponível em: <<http://www.who.int/iris/handle/10665/44630>>. Acesso em: jun. 2018.

YI, L. *et al.* An overview of reclaimed water reuse in China. *Journal of Environmental Sciences*, v. 23, n. 10, p. 1585-1593, 2011.