

CENÁRIO DO REÚSO DE ÁGUA NO NORDESTE BRASILEIRO: ESTUDOS DE CASOS E DESAFIOS

Abraão Jhonny da Costa Brazão (1); Renato Dantas Rocha da Silva (1);

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte; abraao.costa@ifrn.edu.br;

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte; renato.dantas@ifrn.edu.br;

RESUMO: Esta publicação é a primeira de uma série de três trabalhos que estão sendo produzidos sobre o tema central *reúso de água no semiárido brasileiro*. O objetivo desse trabalho foi destacar, por meio de uma ampla pesquisa bibliográfica, o cenário atual dos recursos hídricos da região semiárida e retratar alguns casos exitosos de reúso de água. A sequência da série de trabalhos terá o intuito de discutir os riscos à saúde humana do reúso de água no semiárido, privilegiando o debate sobre os contaminantes específicos da região, e apresentar estudos aplicados de reúso de águas pluviais e de esgoto doméstico em uma unidade agrícola monitorada no Rio Grande do Norte. A pesquisa conduzida até aqui destacou o elevado grau de criticidade enfrentada na região. Médias inferiores a 18% do volume dos reservatórios são a realidade de alguns estados do Nordeste, com alguns reservatórios alcançando níveis inferiores a 5% em zonas mais críticas. O debate sobre o tema reúso de água já é destaque entre a comunidade científica, setor produtivo, agentes públicos e sociedade há muitos anos. O uso de águas pluviais e águas cinzas, representa um caminho importante, tecnicamente eficiente, economicamente viável, sustentável e seguro do ponto de vista de saúde pública. A partir da análise de casos exitosos é possível discutir as melhores tecnologias e condições para que a prática de reúso de água assuma protagonismo nos sistemas públicos de abastecimento em uma região com índices de escassez hídrica tão alarmantes.

Palavras-chave: reúso, águas pluviais, águas cinzas.

INTRODUÇÃO

Segundo a Política Nacional de Recursos Hídricos (1997), a água é um bem de domínio público, limitado e dotado de valor econômico. A disponibilidade deste recurso natural essencial ao desenvolvimento humano e a preservação do meio ambiente, tem sofrido pressão em virtude do elevado crescimento populacional, as altas taxas de urbanização, o desenvolvimento industrial, atividade agrícolas não sustentáveis e a deterioração e poluição dos mananciais (ASANO et al., 2007).

Na região semiárida brasileira em especial, além dos fatores mencionados, características naturais como altas temperaturas, forte insolação e altas taxas de evapotranspiração contribuem ainda mais para uma baixa disponibilidade hídrica. Outro fator ainda mais preocupante diz respeito a qualidade e os elevados índices de contaminação dos recursos hídricos superficiais da região. A falta de interesse político, somada aos escassos recursos tecnológicos e humanos resulta em um cenário de colapso quanto ao abastecimento

público de água, além da anulação das possibilidades de desenvolvimento econômico dos setores produtivos.

Diante do cenário apresentado, medidas incisivas precisam ser estabelecidas e aprimoradas visando a preservação da água. Uma das alternativas que se têm apontado para o enfrentamento do problema é o reúso de água, importante instrumento de gestão ambiental do recurso. A prática de reúso de água já é uma realidade em diversos estudos com o uso de tecnologias já consagradas (MANCUSO E SANTOS, 2003; ASANO et al., 2007). Todavia, segundo Paes *et al.* (2010) essa prática deve ser considerada parte de uma atividade mais abrangente, a qual inclui a redução do consumo de água potável e o controle de perdas, consistindo no uso racional de água.

O reúso configura-se como uma alternativa ao uso de água potável para fins menos exigentes, minimizando os impactos causados pelo lançamento dos esgotos sem tratamento nos rios, reduzindo a pressão sobre os mananciais de abastecimento, aumentando a produtividade agrícola, reduzindo custos com a compra de água, preservando os aquíferos subterrâneos e garantindo a sustentabilidade, a exemplo do que acontece na natureza com o ciclo hidrológico.

O objetivo deste trabalho é compreender o cenário atual do reúso de água na região semiárida brasileira, em especial sobre a ótica dos desafios tecnológicos e da análise de casos exitosos de reúso que estão implantados pelo mundo.

METODOLOGIA

O conteúdo deste trabalho é resultado de uma extensa pesquisa em artigos, livros, boletins e relatórios técnicos resultado de trabalhos de centros de pesquisa, órgãos públicos e organizações sobre o tema recursos hídricos no semiárido e reúso de água. Documentos especializados de instituições como a Agência Nacional de Águas, Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, *Environmental Protection Agency*, além de universidades, secretarias de estado e companhias de águas e esgotos, foram criteriosamente estudados para o diagnóstico dos recursos hídricos do semiárido e do cenário do reúso de água apresentados nesse trabalho.

Os resultados apresentados a seguir representam uma síntese desse cenário de reúso de água e da condição crítica quanto a disponibilidade dos recursos hídricos do semiárido brasileiro. Este trabalho é parte de uma série de três publicações que tratará sobre o tema

reúso de água no semiárido. A seguir, seguem a descrição dos trabalhos que serão as sequências da pesquisa.

- Reuso de água: parâmetros e os riscos à saúde humana no semiárido brasileiro;
- Estudo aplicado de reúso de água na agricultura do semiárido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A região semiárida brasileira apresenta um histórico de escassez hídrica que se destaca frente ao cenário de outras regiões brasileiras. Desde o século XIX, motivado pela ocorrência de secas periódicas de grande intensidade, esforços do governo federal têm sido direcionados à região, com destaque para a construção, àquela época, do açude Cedro no Ceará. Em 1909, o DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) foi criado e representou o marco inicial, do ponto de vista institucional, na implantação da infraestrutura hídrica hoje existente. Após exatos 50 anos, surge também a SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste), momento que ampliou a discussão dos usos de águas no semiárido para atividades desenvolvimentistas (indústrias, campos agrícolas, etc.) (VIEIRA e GONDIM FILHO, 2006).

Recentemente, programas como o *proágua semiárido* estruturados por meio da Agência Nacional de Águas (ANA) tem possibilitado a promoção do uso racional e sustentável dos recursos hídricos, com prioridade para áreas rurais com alta concentração de famílias de baixa renda (VIEIRA e GONDIM FILHO, 2006).

A caracterização dos aspectos hidrogeológicos e climáticos da região semiárida é ponto de partida para qualquer discussão sobre a gestão de seus recursos hídricos. O semiárido brasileiro é caracterizado por uma região com cobertura vegetal rasteira (caatinga), embasamento cristalino predominante (70% do território), solos agrícolas geralmente rasos, rios em sua maioria intermitentes, escoamento específico reduzido ($4 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$) e taxas de evapotranspiração anuais superiores a 1,5 m (VIEIRA e GONDIM FILHO, 2006). Todas estas características integradas e, ainda, associadas a presença de cerca de 23 milhões de pessoas que habitam a região, tornam a discussão do reúso de água uma política relevante e imediata.

Outro fator que se destaca na compreensão da disponibilidade hídrica do semiárido é a precipitação pluviométrica anual média. Entre as décadas de 40 e 50 foi instituído a demarcação de uma área crítica em termos de precipitação pluviométrica, denominada polígono das secas. Essa área é limitada por envoltória da isoietas de 800 mm, ampliada pela

leitura política das áreas atingidas pelos fenômenos climáticos adversos, abrangendo em sua totalidade 1348 municípios do nordeste brasileiro. A idéia de seca, por sua vez, abrange aspectos diversos que superam a simples compreensão dos índices de precipitação pluviométrica (VIEIRA e GONDIM FILHO, 2006).

Entre os anos de 2012 e 2016, o cenário dos recursos hídricos do semiárido tem enfrentado um estágio de colapso grave. As barragens e açudes utilizados para atender as demandas do abastecimento público, tem alcançado níveis inferiores a 5 % de sua capacidade. Uma análise apenas dos reservatórios do DNOCS revela que a média de acúmulo de água para esses reservatórios é, em 2016, de 23% para a região nordeste (DNOCS, 2016), estando em estágios mais críticos os reservatórios dos estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, como destacado na Tabela 1. Contudo, esses números são ainda menores quando avaliados os reservatórios de menor porte em cada estado. No Rio Grande do Norte, por exemplo, a média de acúmulo de água entre todos os reservatórios, incluindo os confortáveis reservatórios das bacias do litoral, apresentou níveis de 17,39% da capacidade total em 2016 (SEARH, 2016).

Tabela 1. Situação atual dos reservatórios de água administrados pelo DNOCS. Setembro de 2016.

Estado	Volume (1.000 m³)	% volume médio dos reservatórios
	223.166	11%
Pernambuco		
Ceará	2.977.261	19%
Paraíba	782.701	20%
Rio Grande do Norte	805.304	26%
Piauí	749.974	36%
Bahia	449.044	43%
Alagoas	29.164	47%
Sergipe	11.421	49%
Maranhão	611.000	60%
Nordeste	6.641.530	23%

Diante de um cenário crítico enfrentado pelo semiárido brasileiro, a implantação de planos de reúso de água são fundamentais para a garantia de abastecimento público e, especialmente, desenvolvimento econômico da região.

O reúso de água pode ser planejado em diferentes modalidades, em virtude da característica inicial do efluente a ser manejado e da finalidade de aplicação da água. A seguir

são descritas as principais aplicações para águas de reúso, destacando algumas de suas finalidades (ASANO et al., 2007).

- Reúso agrícola: Irrigação de culturas e viveiro de mudas;
- Irrigação de jardins: parques, pátios de escolas, campos de golfe, cemitérios, áreas residenciais, canteiros de estradas e cinturões verdes em áreas urbanas;
- Reuso industrial: água de resfriamento, alimentação de caldeiras e processos industriais diversos;
- Recarga de aquíferos: controle de intrusão salina, recomposição de águas de aquíferos e controle de subsidência (afundamento do solo);
- Usos ambientais e recreacionais: Descarga em lagos e lagoas, pesca, fabricação de neve para lazer e aumento de vazões de córregos;
- Usos urbanos não potáveis: Proteção contra incêndios, descargas de banheiro e sistemas de ar condicionado;
- Reúso para fins potáveis: mistura com águas de reservatórios e misturas com águas de aquíferos;

A seguir são discutidos aspectos importantes sobre águas pluviais e águas cinzas como fontes importantes de água para o desenvolvimento de práticas de reúso.

Águas Pluviais

A captação de águas pluviais tem se apresentado como uma tendência em diversas partes do mundo, seja em ambientes urbanos ou rurais. Um recente programa do governo federal brasileiro criado em meados de 2011 com o intuito de garantir a oferta de recursos hídricos em zonas mais carentes, foi o *Água para Todos*. Uma das principais ações do programa foi a oferta de cisternas para captação de águas pluviais. Dados do governo federal atestam que mais de 1 milhão de cisternas foram instaladas no semiárido em 4 anos de programa o que atendeu uma população de mais de 5 milhões de pessoas (Portal Brasil, 2016).

A qualidade das águas pluviais depende fundamentalmente de fatores como os níveis de poluição atmosférica de cada região, contaminação das calhas coletoras e dos reservatórios de armazenamento. Em geral, em um ambiente não industrial as águas pluviais apresentam características físico-químicas e microbiológicas dentro dos padrões de qualidade para o consumo humano, como: pH dentro da faixa do neutro ou levemente ácido, ausência de metais pesados, baixa condutividade e, por consequência, baixos níveis de sais dissolvidos,

ausência de matéria orgânica e reduzidos agentes patogênicos. Estes últimos sempre associados as calhas e área de captação da chuva.

Políticas que estimulem e obriguem a sociedade a atuar na captação de águas pluviais visando o seu uso já são implantadas no Brasil. Em Porto Alegre, um decreto municipal de número 16.305 de 2009, exige que qualquer instalação residencial com área coberta igual ou superior a 500 m², deva obrigatoriamente projetar um sistema de captação de águas de chuvas. O mesmo decreto ainda obriga às instalações residenciais a captarem e tratem águas servidas com a finalidade de reúso, uma tendência para o Brasil.

A adoção de sistema de coleta individual das águas pluviais é uma realidade muito próxima da sociedade na região semiárida brasileira. Essa prática já é adotada em ambientes rurais pela adoção de cisternas circulares e do tipo calçadão, e deve ser uma tendência estimulada pelo setor público para áreas urbanizadas quando houver disponibilidade de espaço físico para instalação dos sistemas de armazenamento.

Águas Cinzas

Entende-se por águas cinzas os efluentes líquidos oriundos de atividades domésticas que não tenham tido contato com elementos de origem fecal. Sendo na verdade resultado da mistura de fluxos de águas oriundas principalmente de pias, lavatórios, máquinas de lavar e chuveiros. Os principais componentes das águas cinzas são os surfactantes, sólidos dissolvidos totais, alta demanda bioquímica de oxigênio, elevada turbidez e coliformes fecais. Na tabela 2 é destacada uma composição comum para águas cinzas de uma residência de São Paulo (Hespanhol, 2009).

Tabela 2. Características físico-química e microbiológica comum para águas cinzas na cidade de São Paulo (Hespanhol, 2009).

Parâmetro	Valor típico
pH	8,5
Cor, Hz	302
Turbidez, NTU	28
SDT, mg.L ⁻¹	363
DBO _{5,20} , mg.L ⁻¹ de O ₂	114
DQO, mg.L ⁻¹	276
Coliformes totais (NMP/100 ml)	5,7x10 ³
Coliformes fecais (NMP/100 ml)	3,9x10 ³

Do ponto de vista da legislação que regulamente o uso de águas cinzas, o Brasil ainda não apresenta instrumentos adequados. Contudo, algumas regiões se anteciparam a iniciativa

federal e implantaram mecanismos legais que estimulam a prática de reúso de água. Em destaque, a lei nº 10.875 de 2003 da cidade de Curitiba, regulamenta a criação do programa de conservação e uso racional de águas em edificações. Outra lei importante que aborda o tema é a lei nº 13.309 de 2002, do município de São Paulo, que estabelece que poderão ser utilizadas águas de reúso, não potável provenientes de estações de tratamento de esgotos para lavagem de ruas, praças públicas, passeis públicos, próprios municipais e outros logradouros, bem como para a irrigação de jardins, praças, campos esportivos e outros equipamentos. Estas são duas das primeiras leis que tratam de forma direta e orientada das questões referentes ao reúso de água no país.

Estudos de caso com reúso urbano

São exemplos de reúso urbano a aplicação da água de reúso para lavagens de veículos, limpeza pública, paisagismo e recreação de parques, jardins e campos esportivos e prevenção contra incêndios. Na Tabela 3 são apresentados estudos de caso de reúso de água com fins urbanos.

Tabela 3. Aplicação, local, descrição e ano de início de operação ou de estudo do tema.

Aplicação	Local	Descrição	Ano
Irrigação paisagística	Virgínia, Estados Unidos	Após tratamento terciário, a água é aproveitada na irrigação paisagística de propriedades particulares	2000
Irrigação e serviços urbanos	Flórida, Estados Unidos	No condado de Pinnelas, a água tratada é usada em 500 residências, 7 campos de golfe, 2 parques e 7 escolas	2005
Irrigação	Texas, Estados Unidos	Após tratamento terciário, a água é aproveitada para irrigação de áreas verdes em cemitérios	2000
Lavagem de veículos	Porto Alegre/RS, Brasil	Estudo da aplicação da técnica de floculação-flotação em coluna (FFC) para a viabilização técnica e econômica do reúso de água na lavagem de veículos	2012
Serviços urbanos	São Caetano/SP, Brasil	Após tratamento, o efluente é usado para lavagem de pisos, pátios e logradouros e desobstrução das galerias de águas pluviais	2001

Estudos de caso com reúso agrícola

A agricultura é o ramo da atividade humana que mais consome recursos hídricos. Segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU), a agricultura consome cerca de 70% da água disponível no mundo. A Tabela 4 apresenta alguns estudos de caso de reúso de água para fins agrícolas no mundo.

Tabela 4. Aplicação, local, descrição e ano de início de operação ou de estudo do tema.

Aplicação	Local	Descrição	Ano
Irrigação	Califórnia, Estados Unidos	Após tratamento, a água é aproveitada na irrigação do cultivo de várias plantas	1976
Irrigação	Johannesburg, África do Sul	Criação de fazendas para pecuária com o objetivo de disposição de esgotos	1914
Irrigação	Pendências/RN, Brasil	Todo o esgoto tratado na ETE é utilizado na irrigação de capim em uma área de 15 Hectares. Posteriormente, o capim é transformado em briquetes para produção de energia.	2012
Irrigação e piscicultura	Ceará, Brasil	O esgoto doméstico tratado é usado na irrigação de plantas e na piscicultura em várias cidades do estado do Ceará	2005

CONCLUSÕES

O reúso de água representa atualmente uma prática inevitável para a manutenção da oferta de água em ambientes rurais e urbanos. A discussão e a implantação de políticas de reúso são emergenciais, especialmente na região semiárida brasileira. Os impedimentos ao desenvolvimento econômico local causados pela condição de escassez hídrica já é uma realidade histórica e o uso de tecnologias adaptadas as condições climáticas e hidrogeológicas local precisa ser disseminada imediatamente. Do ponto de vista da garantia da oferta de água para atividades humanas, são discutidas nesse trabalho duas alternativas para a prática de reúso: o aproveitamento de águas cinzas servidas em ambientes domésticos e o armazenamento de águas pluviais. A análise, neste trabalho, de estudos de casos em níveis

mundial, nacional e regional reforça a viabilidade da prática de reúso com as tecnologias já disponíveis e demonstra que o interesse político é ainda o fator retardador para a implantação de práticas de reúso.

REFERÊNCIAS

- ASANO, T.; BURTON, F. L.; LEVERENZ, H. L.; TSUCHIHACHI, R.; TCHOBANOGLIOUS, G. **WATER REUSE. Issues, Technologies, and Applications**. Mc Graw Hill, New York, 2007. 1461 p.
- BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, DF, p. 470, 9 jan. 1997. Seção 1.
- CROOK, James. **Innovative Applications in water reuse: Ten case studies**. Virginia: WateReuse Association, 2004. 49 p.
- HESPAHOL, I. **Curso sobre reuso e redução do consumo de água, parte II: águas cinzas e águas pluviais**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental, seção RS. Fundação Getúlio Vargas, Porto Alegre-RS, 2009.
- MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reúso de água**. 1. ed. São Paulo: Manole, 2003. 559 p.
- PAES, R.P. et al. Aplicação de Tecnologias de Conservação do Uso da Água Através do Reuso — Estudo de Caso Cuiaba, MT. **Revista brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, RS, v.15, n.3, p. 97-107, jul./set. 2010.
- RODRIGUES, R. S. **As dimensões legais e institucionais do reúso de água no Brasil: Proposta de regulamentação do reúso no Brasil**. 2005. 192 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) -Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- SARAIVA, V. M. **Avaliação ambiental da produção de briquetes de capim-elefante-roxo irrigado com efluente da ETE Pendências-RN**. 2013. 135 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) -Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.
- VIEIRA, V. P. P. B.; GONDIM FILHO, J. G. C. **Água doce no semiárido**. In: Águas Doces no Brasil. Org.: Rebouças, A. C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. 3ª edição. Escrituras Editora, São Paulo-SP, 2006. 748 p

