

SEGURIDAD HÍDRICA



JOAQUÍN MELGAREJO MORENO
M^a INMACULADA LÓPEZ ORTIZ
PATRICIA FERNÁNDEZ ARACIL

SEGURIDAD HÍDRICA

© los autores, 2023
© de esta edición: Universitat d'Alacant
ISBN: 978-84-1302-234-5

Reservados todos los derechos. No se permite reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de la información, ni transmitir alguna parte de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado -electrónico, mecánico, fotocopia, grabación, etcétera-, sin el permiso previo de los titulares de la propiedad intelectual.

TABLA DE CONTENIDO

BLOQUE I - PLANIFICACIÓN

Consideraciones ambientales con relación a la aprobación del Plan Hidrológico del Tajo de Tercer Ciclo 2022-2027 y el Traspase Tajo-Segura José Navarro Pedreño.....	19
Planificación Hidrológica: información, participación y evaluación ambiental estratégica Ángel Ruiz de Apodaca Espinosa	39
Representación espacio-temporal del riesgo de inundación a partir de las indemnizaciones del seguro de riesgos extraordinarios Francisco Espejo Gil, Urko Elozegi Gurmendi.....	59
La desalación en la estrategia de seguridad hídrica. Implicaciones económicas y ambientales Alberto del Villar García.....	73
La desalación en la provincia de Almería: garantía para el abastecimiento y el regadío Francisco Javier Alcántara Pérez	93
Mejorar la resiliencia ante las inundaciones en la Vega Baja (España). Propuesta didáctica en bachillerato Ángela del Carmen Zaragoza, Álvaro-Francisco Morote, María Hernández Hernández.....	105
Resignificando la ciudad como biotopo humano Javier Eduardo Parada Rodríguez, Liliana Romero Guzmán, Jesús Enrique De Hoyos Martínez	117
Gestión del agua y saneamiento básico en una reserva de desarrollo sostenible: comunidad de Nossa Senhora do Livramento do Tupé, Brasil Antonio Jorge Barbosa da Silva Maria Claudia da Silva Antunes de Souza	133
Proposición de una metodología para estimar la erosión del suelo en viticultura mediante ISUM (Improved Stock Unearthing Method). Un caso en el viñedo leonés Antonio Jódar-Abellán, Marta García-Fernández, Susana García-Pisabarro, Jesús Rodrigo-Comino	141
Estimación de la disponibilidad y seguridad hídrica bajo escenarios de cambio climático en una cuenca hidrológica agro-forestal del sureste de España Antonio Jódar-Abellán, Dámaris Núñez-Gómez, Efraín Carrillo-López, Ryan T. Bailey, Pablo Melgarejo	151
Determinación del umbral de escorrentía y disponibilidad hídrica de la cuenca hidrográfica del río Jubones, Ecuador Paolo Brazales Cervantes, Seyed Babak Haji Seyed Asadollah, Antonio Jódar-Abellán.....	163
Análisis del umbral de escorrentía de la cuenca del río Obispo, en la provincia del Carchi (Ecuador) Pablo David Viera Ríos, Derdour Abdessamed, Antonio Jódar-Abellán.....	175
El acuífero del Peñón (Alicante): un pequeño acuífero kárstico Víctor Sala Sala, José Miguel Andreu Rodes, Miguel Fernández Mejuto, Ernesto García Sánchez.....	185

¿Se observan cambios en la precipitación que afecten al Acuífero del Ventós (provincia de Alicante)?

José Miguel Andreu Rodes, Igor Gómez Domenech, Miguel Fernández-Mejuto, Juan Bellot Abad197

Revisión de las políticas de modernización de regadíos en la Comunidad Valenciana. La estrategia valenciana de regadíos 2020-2040

David Sancho-Vila, Marta García-Mollá207

El impacto del proyecto europeo ARSINOE en la gestión del acuífero de la isla de El Hierro (Canarias)

Juan C. Santamarta, Noelia Cruz-Pérez, Joselin S. Rodríguez-Alcántara, Alejandro García-Gil, Miguel Á. Marazuela, Carlos Baquedano, Jesica Rodríguez Martín, Luis Fernando Martín Rodríguez 219

BLOQUE II - INFRAESTRUCTURAS

Reutilización de aguas regeneradas en la cuenca del seguro. Adaptación al reglamento (UE) 2020/741: retos y oportunidades

Sonia M. Hernández López, José Carlos González Martínez231

Caracterización hidrológica de los caudales ecológicos mínimos en España

Luis Garrote de Marcos 249

Sobrevvertido en presas de hormigón. Evaluación de las acciones hidrodinámicas

Luis G. Castillo Elsitdié, José M. Carrillo Sánchez, Juan T. García Bermejo 269

Consideraciones sobre la estimación de hidrogramas de rotura de presas

Luis Altarejos García 295

La seguridad de las infraestructuras hidráulicas

Francisco Javier Flores Montoya315

La ordenación del territorio y la planificación hidrológica al servicio de la seguridad hidráulica y energética

Francisco Javier Flores Montoya325

La evolución de los servicios urbanos del agua en Madrid: un servicio de alta calidad

Ignacio Lozano Colmenarejo345

BALTEN: el agua regenerada como garantía de suministro de agua de riego en Tenerife

Ana Sánchez Espadas, Jesús Rodríguez Martí363

El sector del agua urbana frente a las nuevas exigencias legislativas para mantener la seguridad hídrica

Carmen Hernández de Vega, Alicia Ayuso Solís381

El abastecimiento de la ciudad de Ávila: retos y soluciones científico-técnicas

José Luis Molina González, Jorge Mongil Manso 399

El Consorcio de Aguas de la Marina Baja: un ejemplo de economía circular en la garantía del abastecimiento urbano ante el reto continuo de las sequías

Jaime Berenguer Ponsoda409

Gestión activa de sistemas de abastecimiento mediante el empleo de sistemas multiagente (MAS) para la sostenibilidad

Carlos Calatayud Asensi, José Vicente Berná Martínez, Vicente Javier Macián Cervera, Lucía Arnau Muñoz439

La gestión municipal del ciclo urbano del agua digitalizado

Rosa Rozas Torrente, M^a José Moya Llamas, Arturo Trapote Jaime451

Microsectorización dinámica redes de distribución de agua	
Arturo Albaladejo Ruiz.....	463
Uso de compuertas en redes de drenaje para reducir inundaciones	
Leonardo Bayas-Jiménez	477
Detección y monitoreo de aguas superficiales en la región semiárida brasileña a partir de datos orbitales de sensores remotos	
Izaias de Souza Silva.....	487

BLOQUE III - EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y JURÍDICA

La inseguridad hídrica del informe del Consejo Nacional del Agua sobre el recorte del travase Tajo-Segura	
Miguel Ángel Blanes Climent.....	499
El necesario impulso a las centrales hidroeléctricas reversibles como contribución a la seguridad energética nacional: algunas cuestiones jurídicas	
Estanislao Arana García	511
Políticas públicas para la mitigación del impacto del cambio climático sobre los aprovechamientos energéticos	
Jesús Conde Antequera	529
La legislación contra el cambio climático y la transición a una economía descarbonizada desde una doble perspectiva: ambiental y social	
José Esteve Pardo.....	549
Huella hídrica y financiación sostenible	
Domingo Zarzo Martínez, Mercedes Calzada Garzón, Patricia Terrero Rodríguez.....	559
¿Estamos sobreestimando los recursos de agua regenerada? Una ducha fría con la realidad hidro-económica	
Julio Berbel, Esther Díaz-Cano, Alfonso Expósito	577
Taxonomía de los instrumentos económicos aplicados para la gestión sostenible del agua	
Nazaret M ^a Montilla López, Esther Díaz-Cano y Julio Berbel.....	597
Seguridad hídrica y objetivos del PNIEC desde una perspectiva jurídica	
José Antonio Blanco Moa	613
SIAGES: un innovador sistema integrado de apoyo a la gestión del agua	
Alberto Esteban Barrera García, Álvaro Rodríguez García, Ramón Bella Piñeiro, Jose Pablo Ormaechea, Luis José Ruiz Aznar, Abel Solera Solera et al., Manuel Argamasilla Ruiz, Lupicino García Ortiz.....	631
Crisis energética y equilibrio económico financiero en la contratación pública	
Esteban Arimany Lamoglia	643
Garantía del abastecimiento en el Sureste español: la Mancomunidad de los Canales del Taibilla	
Patricia Fernández Aracil, M ^a Inmaculada López Ortiz, Joaquín Melgarejo Moreno.....	655
La evaluación de impacto ambiental de proyectos hidráulicos ¿lo estamos haciendo bien?	
Carlos Martín Cantarino.....	677

La seguridad energética y el autoconsumo fotovoltaico como herramienta para la seguridad hídrica	
Marcos García-López, Joaquín Melgarejo	695
Seguridad hídrica y equilibrio ecológico en el parque natural «El Hondo»: visión histórico-jurídica	
Francisco José Abellán Contreras	709
Los trasvases en tiempos de seguridad hídrica	
Paul Villegas Vega	723
Vulnerabilidad e incidencia de la pobreza hídrica en Alicante	
Ricardo Abad Coloma	735
Asequibilidad al agua urbana y pobreza hídrica en ciudades del Norte global: el caso de Alicante	
Luis E. Zapana Churata, Rubén A. Villar Navascués, María Hernández Hernández, Antonio M. Rico Amorós	745
Políticas públicas de ayudas para la mejora, modernización e innovación en el regadío de la Región de Murcia	
Ramón Martínez Medina, Encarnación Gil Meseguer, José María Gómez-Gil, José María Gómez Espín	759
O reflexo das <i>fake news</i> frente a crise ambiental: uma reflexão necessária nos dias atuais	
Aline Hoffmann, Liton Lanes Pilau Sobrinho	773
Apontamentos sobre o pagamento por serviços ambientais	
André Luiz Anrain Trentini	783
Constitucionalismo das águas – o “aguar” das constituições	
Luciana Pelisser Gottardi Trentini	795
Uso sustentável da água: uma definição a partir dos conceitos de segurança hídrica, de eficiência e de sustentabilidade	
Ana Luisa Schmidt Ramos, Alexandre Morais da Rosa	805
O regime de responsabilidade penal pela poluição hídrica no Brasil	
Jefferson Zanini, Luiz Antônio Zanini Fornerolli	815
Segurança hídrica e seu tratamento jurídico no o regime de responsabilidade penal pela poluição hídrica no Brasil e na Espanha	
Leandro Katscharowski Aguiar	827
Debatendo os ODS com base na sustentabilidade e no desenvolvimento sustentável.....	
Denise Schmitt Siqueira Garcia, Heloise Siqueira Garcia	837
A falta de efetividade no planejamento da segurança hídrica do Brasil	
Denise Schmitt Siqueira Garcia, Alexandre Waltrick Rates	851
Do constitucionalismo ao constitucionalismo global: por uma constituição mundial em defesa de bens fundamentais	
Vanessa Ramos Casagrande	863
A dessalinização da água como instrumento de segurança hídrica	
Anaxágora Alves Machado Rates	875
A canção dos oceanos	
Paola Fava Saikoski	885

Análise da lei de recursos hídricos à luz da responsabilidade do Brasil para com a sustentabilidade e a conscientização ambiental	
Adilor Danieli	895
Investigación sobre el río Amarillo en las dinastías Ming y Qing. Comentario sobre la Ley de protección del río Amarillo	
Yang Yang.....	907
Propuesta metodológica para la recolección del etnoconocimiento en la gestión del riesgo de desastre	
Isaleimi Quiguapumbo Valencia, Antonio Aledo Tur.....	919

BLOQUE IV - TECNOLOGÍAS

Nuevo sistema de riego con recuperación de agua y nutrientes	
Pablo Melgarejo, Dámaris Núñez-Gómez, Pilar Legua, Vicente Lidón, Agustín Conesa, Antonio Marhuenda, Juan José Martínez-Nicolás.....	933
Dinapsis: transformación digital para la gestión sostenible del agua y la salud ambiental	
María Tuesta San Miguel.....	953
Los contaminantes emergentes en la reforma de la directiva de aguas residuales	
Daniel Prats Rico.....	959
Fertirrigación y nuevas estrategias como garantía de seguridad hídrica en el regadío	
Alejandro Pérez Pastor y Elisa Pagán Rubio.....	985
La desalación y el hidrógeno	
Alejandro Zarzuela López.....	1005
Análisis regional de la reducción de boro en agua marina desalinizada para el riego agrícola en el sureste español	
Alberto Imbernón Mulero, José Francisco Maestre Valero, Saker Ben Abdallah, Victoriano Martínez Álvarez, Belén Gallego Elvira.....	1021
Impacto ambiental de la reducción del boro del agua de mar desalinizada para el riego en parcela	
Saker Ben Abdallah, Belén Gallego-Elvira, Alberto Imbernón-Mulero, Victoriano Martínez-Alvarez, José Francisco Maestre Valero.....	1031
Modelado cinético del consumo de CO₂ para la cepa Spirulina platensis	
Antonio F. Marcilla Gomis, Inmaculada Blasco López.....	1041
Empleo de filtro verde construido con residuos para reducir el contenido en fósforo en aguas de riego	
Teresa Rodríguez Espinosa, María Belén Almendro Candel, Ana Pérez Gimeno, Iliana Papamichael.....	1055
Tecnologías de oxidación avanzada para la degradación del fármaco carbamazepina: la ozonización	
María José Moya-Llamas, Marta Ferre Martínez, Elizabetha Domínguez Chabaliná, Arturo Trapote Jaime, Daniel Prats Rico.....	1067
Aprendizaje basado en proyectos colaborativos globales en formación profesional: banco de ensayos hidráulicos para la digitalización del agua	
Albert Canut Montalvà, Joaquín Martínez López, Maties Roma mayor, Antonio Oliva Sánchez.....	1079

Reutilización de agua para riego en la ciudad de Murcia. Proyecto LIFE CONQUER Eva Mena Gil, Simón Nevado Santos, Elena de Vicente Aguilar, Adriana Romero Lestido Benoît Fabien Claude Lefèvre.....	1091
Eliminación de microcontaminantes emergentes en lodos de depuradora mediante procesos de oxidación avanzada: peróxido de hidrógeno y ozono Clara Calvo Barahona, Adrián Rodríguez Montoya, María José Moya-Llamas, Arturo Trapote Jaume, Daniel Prats Rico.....	1103
Vigilancia y protección de las aguas superficiales mediante el proyecto WQeMS y los servicios del Copernicus Pablo Cascales de Paz, Eva Mena Gil, Isabel Hurtado Melgar, Laurent Pouget.....	1115
Tratamiento ecológico para la eutrofización y la anoxia en las masas de agua Ricardo Mateos-Aparicio Baixauli.....	1125
Modelado de descarga submarina de salmuera antes y después de la instalación de un difusor Silvano Porto Pereira, José Luís Sánchez-Lizaso, Paulo César Colonna Rosman. Ángel Loya, Iran Eduardo Lima Neto.....	1137
Las sequías en España en el siglo XXI: su influencia en la disminución y cierre de transferencias de agua del acueducto Tajo-Segura y de la conexión Negratín-Almanzora Encarnación Gil Meseguer, Ramón Martínez Medina, José María Gómez-Gil, José María Gómez Espín.....	1147

A dessalinização da água como instrumento de segurança hídrica

Anaxágora Alves Machado Rates

Universidade do Vale do Itajaí, UNIVALI, Brasil

anaxagoraam@yahoo.com.br

<https://orcid.org/0009-0004-9632-1147>

RESUMO

No estágio atual da vida em nosso planeta, cada vez mais pessoas dependem de água dessalinizada para beber, cozinhar, lavar, trabalhar etc. Neste aspecto, a dessalinização envolve a remoção do sal da água do mar e sua filtragem para produzir água potável de boa qualidade. No entanto, para que o processo se realize ainda se consome muita energia, sendo que os combustíveis fósseis são os comumente utilizados, contribuindo, por consequência, para o aquecimento global, situação extremamente prejudicial, que aliada a salmoura tóxica produzida, agente poluente dos ecossistemas costeiros, faz com que diversos questionamentos ainda se façam em relação ao método. Novas tecnologias estão sendo desenvolvidas para enfrentar esses problemas, sendo que, enquanto não implementadas, não se pode descurar da necessidade de sua utilização, posto que essa ainda novel alternativa de obtenção de água para as necessidades da vida, que será, por certo, aperfeiçoada no decorrer dos anos, trata-se, pois, de uma importante alternativa para um problema vital que se avizinha, qual seja, a possibilidade de que a necessária segurança hídrica seja afetada pela falta do insumo, devendo ser continuada sua constante pesquisa, com a permitida utilização, o que será suscitado na presente comunicação científica.

1. INTRODUÇÃO

A água é indispensável para a manutenção da vida em todo o planeta. O aumento no consumo da água potável, aliado a crescente escassez hídrica, têm feito com que as nações invistam cada vez mais tempo e recursos no desenvolvimento de alternativas para viabilizar o acesso à água potável para a população, diante da situação cada vez mais crítica no tocante a captação da água em sua forma natural.

Uma das alternativas que mais se expande em todo o planeta, que permite que se possa fazer uso de outra fonte de fornecimento de água com capacidade potável, é a utilização da reconhecida dessalinização, que consiste em um processo físico-químico que retira os sais e os minerais

dissolvidos da água salina, ou salobra, produzindo, após, água doce com capacidade potável. Para tanto, os processos de dessalinização fazem o uso de tecnologias produzidas na indústria química, no qual uma corrente de água salina é alimentada no início do processo, por energia na forma de calor, pressão ou eletricidade é aplicada e duas correntes são produzidas: uma de água dessalinizada (doce) e outra concentrada em sais que deve ser disposta em local adequado (Torri, 2015, p. 1).

As fontes de abastecimento de água para a dessalinização não estão sujeitas à estiagem, já que mais de três quartos do planeta são cobertos por água salgada, ou seja, não são afetadas em face de corriqueiras estiagens ocorridas nos quatro cantos do mundo. Fatores tais como o clima, as características geológicas, os tipos de solos e distância em relação ao mar, são determinantes acerca do nível de salinidade das águas naturais, que sabidamente podem ser superficiais ou subterrâneas (Souza, 2006, p. 85).

A escolha da tecnologia a ser empregada depende das variantes do local de instalação, tais como, por exemplo, qualidade da água utilizada, seu volume, as fontes de energia, os recursos financeiros disponíveis, sempre aliados a necessidade de demanda. A dessalinização é, portanto, um recurso de fornecimento de água potável em franca expansão no planeta, sendo que cada vez mais pessoas, nos mais variados lugares, estão a depender desse processo como garantia de acesso à água potável, sendo esse o líquido mais precioso e necessário para que a vida possa se perpetuar.

Para tanto, de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente [PNUMA] (2018), em um estudo realizado foi demonstrado a existência de aproximadamente 16.000 usinas de dessalinização em atividade no globo, sendo essas distribuídas em 177 países, com uma produção em volume de água doce que equivale a quase a metade do fluxo médio das Cataratas do Niágara. Tal é a sua importância que países como as Bahamas, Maldivas e Malta, atendem a toda sua demanda por água com a utilização da dessalinização, sendo que com um grande número populacional, a Arábia Saudita, com seus 34 milhões de habitantes, também tem 50% da necessidade de seu consumo de água potável, satisfeita através do processo de dessalinização.

O crescimento do mercado de dessalinização é estimulado por uma grande variedade de fatores, dentro deles, em especial, o alto custo e a menor disponibilidade de águas de superfície e subterrâneas, que aliado ao óbvio crescimento do comércio e da economia global, faz com que mais pessoas sejam dependentes da dessalinização para a obtenção da água, tudo isso aliado ao impacto nascido das mudanças climáticas, que se junta ao desejo das pessoas viverem em regiões litorâneas, onde a água tem disponibilidade limitada, sendo que a diminuição nos custos da efetivação de plantas dessalinizadoras são atrativos cruciais para o crescente aumento do processo, o que pode servir como um alento para outras regiões do planeta em que tal prática é, ainda, bastante dificultada, em face, principalmente, da distância das fontes necessárias para sua captação, o que impede valer-se da tecnologia para se cuidar, atualmente, de cerca de 70% de pessoas que vivem área litorânea de nosso planeta (Torri, 2015, p. 1-2).

2. OS RECONHECIDOS MÉTODOS UTILIZADOS NO PROCESSO DE DESSALINIZAÇÃO

Os métodos de dessalinização mais utilizados são o térmico, tendo por base a destilação, e o de separação com o auxílio de membranas, como a eletrodialise e osmose reversa, sendo essa última a de maior incidência de uso. Ainda pode ser obtido água potável por meio do congelamento, técnica pouco utilizada (Bavaroti, 2018, p. 52-55).

Na dessalinização térmica, a água é evaporada e, em seguida, sofre condensação. Essa técnica pode ser usada em conjunto com vários tipos de coletores solares, como placa plana e tubo evacuado, sendo que entre alguns dos processos de dessalinização térmica estão a destilação de múltiplos estágios (MSF), a destilação de múltiplos efeitos (MED) e a destilação compressão de vapor (VC). Nessa categoria, também se encontra a Destilação Solar (SD). Nesse processo, a água é armazenada em tanques de material transparente, onde a luz solar atravessa o material do recipiente e a água é aquecida, sendo, então, evaporada. Ao condensar-se na parte interna do vidro, a água escorre e é recolhida num compartimento. Esse método tem sido usado por muitos anos e agora é o maior setor da indústria de dessalinização sendo responsável por mais de 56% do total de água doce produzida pelas tecnologias de dessalinização.

O processo de destilação térmica, basicamente, consiste no aquecimento da solução salina até o ponto de fervura e, durante a evaporação, os sais dissolvidos permanecem na solução enquanto o vapor é direcionado e condensado em uma superfície fria, resultando em água doce (Torri, 2018, p. 18).

Outro método muito eficaz para o processo de dessalinização, é aquele efetuado por osmose reversa, situação que não depende de aquecimento, acontecendo através do bombeamento da água salgada ou salobra por pressão através de uma membrana. Assim, as moléculas da água atravessam deixando a solução salina concentrada no lado da alimentação e a água doce no lado de menor pressão. A pressão a ser aplicada deve ser maior que a pressão osmótica. A osmose é, portanto, uma propriedade coligativa conceituada como a passagem de solvente através de membranas semipermeáveis. Daí o significado da origem grega de seu nome: *osmós* = impulso, sendo que neste processo há a difusão de solvente da solução menos concentrada (ou mais diluída) para a mais concentrada (menos diluída), igualando assim a concentração de ambas as soluções. No entanto, principalmente em regiões à beira-mar, que possuem pouca água potável, utiliza-se uma técnica para transformar água salgada em água doce, isto é, no sentido oposto ao da osmose descrita. Chama-se, portanto, osmose reversa ou osmose invertida (ou ainda inversa). Neste processo, o solvente passa pela membrana semipermeável no sentido da solução mais concentrada para a menos concentrada (Fogaça, 2023, p. 1).

A eletrodialise (ED), surge como uma proposta para tratamento e recuperação do efluentes e produção de água potável, pois esta tecnologia remove substâncias iônicas com tamanho entre 0,0004 a 0,1 μm , tornando o efluente livre de sais dissolvidos, possibilitando o reuso da água, diminuindo, assim, o volume de água captada dos mananciais bem como o lançamento de efluente nos corpos hídricos. Este processo emprega membranas íon-seletivas, (catiônicas e aniônicas) que são dispostas alternadamente entre os eletrodos (cátodo e ânodo) situados nas extremidades do stack. Com a aplicação de um campo elétrico, as partículas carregadas negativamente seguem em direção ao ânodo do sistema, enquanto que as partículas positivas são atraídas para o cátodo. Este sistema proporciona a formação de duas correntes paralelas: a

corrente do concentrado de íons e a corrente do diluído (desmineralizado), ou seja, com uma concentração inferior de íons. Esse método é muito utilizado nas indústrias petroquímicas, visto que essas consomem grandes quantidades de água nas torres de resfriamento e nas caldeiras, gerando grandes quantidades de efluentes. No entanto, esses efluentes são caracterizados por conter uma elevada salinidade, o que impossibilita seu reuso, sendo que os tratamentos convencionais são ineficientes para remover o alto teor de sais presentes nesses efluentes, sendo que o processo de eletrodialise no tratamento de efluentes da indústria petroquímica, visando o reuso de água no processo produtivo, é um dos procedimentos costumeiramente utilizados (Carla Denize et al., 2016, p. 7).

Esses alguns métodos utilizados no sistema de dessalinização da água, sendo que muitos outros se habilitam dia a dia para tal processamento, o que dá conta da importância que se deve ter no processo como fonte alternativa para uma segurança hídrica que busque garantir água potável para todas e todos.

3. UTILIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA COMO ALTERNATIVA DE CAPTAÇÃO E PRODUÇÃO DE ÁGUA PARA O CONSUMO

Já se afirmou ser a água um elemento essencial para a vida em todo o planeta Terra. Por conta disso, mesmo se tratando de um direito muitas vezes positivado no direito internacional, em alguns países, dentre eles o Brasil, o mínimo acesso ao insumo vital, na prática, não alcança a todas e a todos, quer seja pela ineficiência governamental, quer seja por uma escassez hídrica local, muitas das vezes por conta de ações humanas de outrora, que não se preocuparam com a utilização racional do insumo natural, ou ainda, sequer se deram conta de sua finitude, importa em que venham sendo debatidos em diversos países, em conjunto, a busca por uma solução para o problema de escassez global do recurso natural vital para a existência das espécies, especialmente a humana.

A escassez hídrica, certamente, está entre as maiores preocupações sociais da atualidade, representando um grande risco para o futuro do planeta. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU, 2021), o desaparecimento de rios e nascentes, o desperdício, a dificuldade de acesso, a poluição e o impacto das atividades humanas no meio ambiente, dificultam uma governança responsável da água. Isso também limita o acesso da população às inovações tecnológicas para seu melhor aproveitamento, bem como reduz os espaços de inclusão e uma discussão efetiva para resolver problemas. Portanto, resgatar os recursos hídricos é imperativo para possibilitar um desenvolvimento sustentável que garanta as necessidades das próximas gerações. Essa governança encontra grandes desafios, em especial, na implementação de políticas públicas de gestão de recursos hídricos.

Um modelo de gestão de recursos hídricos pressupõe a criação de um sistema que seja capaz de refletir uma maior preocupação com uma distribuição equilibrada entre os usuários atuais e futuros, garantindo a capacidade de reposição e igualdade na distribuição. Dessa forma, é possível pensar em uma gestão sustentável da água (Cambrainha e Gomes, 2022, p. 35).

O fato é que, com o aumento do consumo de água potável, utilizada globalmente nas mais variadas atividades, seja pelo uso doméstico, industrial, público, nos empreendimentos de lazer,

na agricultura, muitas nações já estão com o abastecimento de água potável muito comprometido. Tal situação é agravada pela falta de recursos naturais locais, bem como pela gritante instabilidade na captação de água nas fontes naturais, a considerar épocas de secas, tornando mais urgente o aperfeiçoamento das tecnologias de tratamento, captação, reuso, enfim, de todas as formas possíveis de se adequar as fontes de água as necessidades da população global. Sobre isso, a Comunidade de Nações assim já definiu:

O consumo de água doce aumentou 6 vezes no último século e continua a avançar a uma taxa de 1% ao ano, fruto do crescimento populacional, do desenvolvimento econômico e das alterações nos padrões de consumo. A qualidade do bem diminuiu exponencialmente e o estresse hídrico, mensurado essencialmente pela disponibilidade em função do suprimento, já afeta mais de 2 bilhões de pessoas. Muitas regiões enfrentam a chamada escassez econômica da água: ela está fisicamente disponível, mas não há a infraestrutura necessária para o acesso. E isso em um horizonte cuja previsão de crescimento no consumo é de quase 25% até 2030 (ONU, 2019).

A escassez de água potável é uma realidade que exige dos governantes a adoção de medidas imediatas para tratar desse problema global. A preservação das fontes naturais, a conscientização acerca do desperdício, a implantação de programas de reuso, a coibição da poluição ambiental e a desaceleração do aquecimento global estão entre as motivações buscadas pelas nações engajadas na causa, até porque delas depende a sobrevivência da espécie.

A discussão sobre a água há muito tempo já é tema de debates internacionais eis que a crise da escassez da água que existe é presente, não podendo, sob nenhum aspecto, ser desconsiderada. Essa realidade é uma demonstração nítida de insustentabilidade, situação que agrava os problemas de fome no mundo, arruinando todas as formas tradicionais de produção agropecuária, de pesca, bem como àquelas que são diretamente vinculadas aos ciclos de inundação.

Diante disso, óbvio que em países com uma grande costa marítima, como, felizmente, é o caso brasileiro, o procedimento da dessalinização da água do mar demonstra ser uma grande alternativa para a escassez de água, especialmente quando o ouro líquido serve para a sedentação humana, dos animais, da produção agrícola, do cuidado com os menos favorecidos. Tem-se, pois, que nos diversos exemplos citados acima, temos países que deles se valem, e que mesmo sofrendo com a escassez de água, conseguem através da dessalinização, principalmente utilizando o método de osmose reversa, garantir a distribuição para a sua população, água de boa qualidade obtida do mar, sendo esse um gigantesco reservatório, que pode e deve ser explorado.

Um grande exemplo mundial é o case de Israel, país que conseguiu superar a falta de água em seu território, possuindo hoje as maiores usinas de dessalinização do mundo, o que faz com que consiga suprir a sua população com o vital insumo natural. E isso porque possui algumas vantagens para a efetivação do uso da dessalinização da água do mar para obtenção de água potável, buscando o recurso nos mares e lagos que circundam o País, demonstrando que inúmeras pessoas podem ser beneficiadas com a obtenção de água potável através do instrumento da dessalinização, sendo, inclusive, um grande produtor agrícola na região.

É imperioso se afirmar que com a tecnologia existente na atualidade, é possível que se possa levar a água potável para áreas onde fontes de água doce são escassas ou inexistentes. Além disso, se pode através de obras públicas serem evitadas situações de desabastecimento que acontecem em muitas cidades litorâneas em épocas de temporada, obviamente quando se aumenta

o consumo de água no período. Da mesma sorte, outro ponto crucial para a defesa da dessalinização, é que os custos com sua viabilidade e operação tem caído drasticamente nos últimos 20 anos, tornando-se uma alternativa economicamente viável, em comparação com a construção de grandes infraestruturas para o armazenamento de água, tais como barragens, grandes linhas de distribuição, que necessitam de longos trechos de adutoras de água. Ao mesmo tempo, os novos tipos de procedimentos e instalações podem abrir novas perspectivas a custos mais baixos.

As desvantagens, seriam o alto investimento na instalação de indústrias de dessalinização e o valor final da água que ainda é maior do que nos métodos tradicionais. Outro problema que ocorre, é o retorno da água que sobra do processo de dessalinização, que possui grande quantidade de sais e produtos químicos, que são utilizados em seu pós-tratamento, que pode trazer consequências para o ecossistema marinho. Por fim, outro aspecto que limita a utilização da dessalinização, em especial no caso do Brasil, é a falta de informações e estudos a respeito das técnicas de sua efetivação. Contudo, solucionados os problemas dos custos com a necessária energia, através do avanço tecnológico que corre a passos largos nos últimos tempos, aliado ao uso de outras fontes de energia para a sua efetivação, como, por exemplo, a solar, dentre tantas outras, a perspectiva para a dessalinização irá se tornar viável.

Deste modo, demonstra-se que para que a dessalinização se popularize, uma questão de inovação e tecnologia deve imperar, fazendo com que o desenvolvimento de novas técnicas possa fazer com que o custo final do processo deva ser reduzido, sendo que, dessa forma, torne-se mais viável, ou seja, se conseguirá chegar às regiões mais pobres, que são, justamente, as que mais sofrem com a falta de água em nosso planeta. Persiste, pois, a necessidade de uma análise mais ampla das potencialidades que o processo pode ter no Brasil, de forma especial em face do panorama da diversidade de regiões que possui, denotando ser viável o apoio e o incentivo a tal possibilidade tecnológica.

4. A IMPORTÂNCIA DA CONSCIENTIZAÇÃO DO USO DA DESSALINIZAÇÃO COMO AGREGADOR DA SEGURANÇA HÍDRICA

O crescimento descomunal da população humana nas últimas 03 décadas, vem contribuindo para o esgotamento dos recursos naturais do planeta, sob as mais variadas formas de poluição e degradação ambiental. Segundo a organização ‘The Nature Conservancy’, a população de espécies monitoradas que vivem em água doce reduziu em média 83% desde o ano de 1970; houve uma significativa perda de 64% das terras úmidas do planeta, e apenas 37% dos rios mais longos conseguem fluir livremente sem impedimento (The Nature Conservancy, 2023).

Um outro dado alarmante, esse destacado pela ONU, consta de seu relatório produzida pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO, 2023), que afirma, tristemente, que 26% de toda a população mundial não tem acesso à água potável. Diante disso, a necessidade premente de se buscar novas ferramentas de acesso à água potável para suprir a enorme demanda atual, deve estar aliada à conscientização da preservação das fontes de água potável existentes no mundo, visto que o crescimento populacional é inversamente proporcional às fontes de água potável, que se traduzem, repita-se, em um recurso natural finito, mas que vem sendo demasiadamente, e na maioria das vezes, erroneamente utilizado.

Por conta disto, óbvio que a expansão dos processos de dessalinização de água vem ao encontro da preocupação com a preservação das fontes de captação do insumo para o consumo. E sobre isso, não podemos nos furtar a afirmar que em 2015, a Comunidade de Nações divulgou a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, sendo que através dela restaram criados 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, então intitulados de ODS. Um desses compromissos firmados na ocasião, foi o direito humano à água potável e ao saneamento básico, especificamente através do ODS 6, que se visa assegurar a disponibilidade e a gestão de água para todas e todos, com algumas metas a serem cumpridas (ONU, 2015), traduzidas em:

- 6.1 Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos;*
- 6.2 Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade;*
- 6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente;*
- 6.4 Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água;*
- 6.5 Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado;*
- 6.6 Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos;*
- 6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso;*
- 6.b Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.*

A preocupação com a segurança hídrica se tornou, portanto, uma prioridade das nações comprometidas com o abastecimento global de água potável, bem como da distribuição isonômica do recurso mineral vital para toda a humanidade, bem como a garantia de que esse esteja à disposição das demais espécies, valendo-se a humanidade, para tanto, das diversas tecnologias desenvolvidas e testadas, com vistas a se equalizar o aumento do consumo, a diminuição da oferta das fontes naturais de água potável. Nesse contexto o processo de dessalinização se apresenta como um grande aliado das nações na diminuição da captação direta das fontes naturais, contribuindo consideravelmente para a garantia de segurança hídrica às futuras gerações.

Apesar dos esforços de organizações nacionais e internacionais direcionados para a resolução deste problema, no Brasil cerca de 35 milhões de pessoas ainda não possuem acesso a sistemas de abastecimento de água. Isso revela que ainda há um longo caminho a ser percorrido pelo país até que todos tenham seus direitos garantidos, de forma específica, no que se refere ao acesso à água potável.

Entretanto, é importante que se diga que já existem medidas governamentais focadas na universalização desses sistemas, assim como na ampliação da cobertura do acesso em todo o território nacional. Contudo, para que condições dignas de acesso sejam viabilizadas para toda a população, essas medidas precisam ser colocadas em prática. Isso acontece, também, através de um processo de comprometimento dos órgãos governamentais com as agendas de desenvolvimento sustentável - como é o caso da Agenda 2030 -, que pode ser, no caso brasileiro, acrescentada de novas tecnologias que possa levar a água para todas as regiões do Brasil, afugentando essa mazela da falta do 'bem natural' da vida para uma parcela de cerca de 1/6 da população do País, que merece respeito e deve ter o acesso a um bem necessário à vida, sendo crível que o Brasil possa investir nessas novas tecnológicas que podem se valer do extenso litoral que o País possui, para suprir sua população tão necessitada, que tem na dessalinização uma grande alternativa de acesso ao precioso bem.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dessalinização da água salgada ou salobra, do mar, dos açudes e dos poços, se apresenta como uma das soluções para a humanidade vencer uma verdadeira crise que se pronuncia. Se atualmente muitos países e cidades estão se abastecendo totalmente de água doce extraída da água salgada do mar que, embora ainda a custos elevados, se apresenta como a única alternativa, concorrendo com o transporte em navios tanques, barcaças e outros, o país deve entender que tal procedimento é uma forma de garantir que a segurança hídrica possa ser efetiva em seu território, visto que detentor de um dos maiores litorais do planeta.

É consabido que o consumo de água doce no mundo cresce a um ritmo superior ao do crescimento da população, até porque o ritmo acelerado da industrialização do planeta é constante. Então, como uma das saídas, a produção de água doce, retirando-a do mar ou das águas salobras dos açudes e poços é medida necessária para que se possa garantir longevidade a vida humana.

Quanto ao ainda elevado custo, o uso das fontes alternativas de energia, como a eólica e a solar, apresenta-se como uma solução para viabilizar a dessalinização da maior quantidade de água possível no Brasil, visando o consumo humano e animal, valendo-se da mesma, inclusive, para a irrigação de nosso modelo do agronegócio, o que propiciaria, entre outras melhorias de condições para tal desiderato, a fixação do homem no meio rural.

A dessalinização de água através, por exemplo, da mencionada osmose inversa, apresenta-se como uma ótima alternativa para o país, uma vez que possui um menor custo quando comparado com outros sistemas de dessalinização. Além de retirar o sal da água, este sistema permite ainda eliminar vírus, bactérias e fungos, melhorando, assim, a qualidade de vida da população, especialmente a interiorana, que pode se valer do líquido vital para a boa qualidade de vida, obrigação moderna atribuída ao estado, que detém, igualmente, a obrigação de garantir que a segurança hídrica seja efetiva no Brasil, visto que tal como descreve o preceito constitucional inerente ao meio ambiente, deve a nação se preocupar com a entrega de água potável para essa e para as futuras gerações, sendo que a dessalinização da água é uma das formas de concretização do acesso do bem essencial para toda a população.

REFERÊNCIAS

- Bavaroti, T. (2018). *Avaliação de um sistema de dessalinização de água salobra em escala piloto*. [Dissertação, Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa] <https://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/2578>
- Venzke, C. D., Giacobbo, A., Bacher, L. E., String, J., & Rodrigues, M. A. S. (2016). Aplicação do processo de eletrodialise ao tratamento de efluentes de uma indústria petroquímica. Em: *5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente*. Universidade Feevale.
- Fogaça, J. R. V. (n. d.). *Osmose Reversa na dessalinização das águas dos mares*. Brasil Escola. <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/osmose-reversa-na-dessalinizacao-das-aguas-dos-mares.htm>
- Gama Cambrainha, G. M., & Pasa Gomez, C. R. (2022). *Caminhos para a Sustentabilidade: uma avaliação da governança da água no Sertão de Pernambuco*. *Amazônia, Organizações e Sustentabilidade (AOS)*, 11(2), 33-51. <https://doi.org/10.17648/aos.v11i2.2462>
- Lopes, J. T. (2004). *Dimensionamento e análise térmica de um dessalinizador solar híbrido*. [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP]. <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1597462>
- Organização das Nações Unidas, ONU. (2015). Resolução 70/1, de 25 de setembro de 2015. Transformando nosso mundo. *A agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. ODS 6 (Água Limpa e Saneamento). <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Organização das Nações Unidas, ONU. (n. d.). *A agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. *Plataforma Agenda 2030*. <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>
- Organização das Nações Unidas, ONU, Brasil. (2021). *A água para o desenvolvimento sustentável justo e igual - 2021*. <https://brasil.un.org/pt-br/122875-artigo-%C3%A1gua-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel-justo-e-igual>
- Organização das Nações Unidas, ONU, Brasil. (2021). *PNUMA explica cinco fatores importantes sobre dessalinização*. <https://brasil.un.org/pt-br/107902-pnuma-explica-cinco-fatores-importantes-sobre-dessaliniza%C3%A7%C3%A3o>
- Organização das Nações Unidas, ONU, Brasil. (2023). *Consumo vampírico está esgotando a água no mundo, afirma secretário-geral da ONU*. <https://brasil.un.org/pt-br/224386-consumo-vamp%C3%ADrico-est%C3%A1-esgotando-%C3%A1gua-no-mundo-afirma-secret%C3%A1rio-geral-da-onu>
- Siqueira Garcia, D. S., & Márcio Cruz, P. (2019). Crise global da água: construção de categorias éticas para água a partir da verificação das problemáticas geradoras da crise. *Revista de Direitos Fundamentais & Democracia*, 24(3), 60-76. <https://doi.org/10.25192/issn.1982-0496.rdfd.v24i31660>
- Souza, L. F. (2006). Dessalinização como Fonte Alternativa de Água Potável. *Norte Científico*, 1(1), 84-97.

- The Nature Conservancy (n. d.). *Água doce para a vida na Terra*. https://www.tnc.org.br/conecte-se/comunicacao/noticias/agua-para-a-vida-na-terra-conferencia-onu/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=conferencia-da-agua&gclid=EAIAI-QobChMIloOC6pDp_wIVvm1vBB3_PgnzEAAYAiAAEgLM_D_BwE
- Torri, J. B. (2015). *Dessalinização de Água Salobra e/ou Salgada: Métodos, Custos e Aplicações* [Trabalho de Diplomação, Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre]. <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/127799>