

¿Por qué es importante tener agua de buena calidad?

Por Jonathan Rosa, Beatriz Bosqué Contieri, Marina Bachini Santos, Claudia Costa Bonecker.

Ambientes acuáticos garantizan alimento, energía, recreación, transporte e incluso protección contra enfermedades, pero no todas las poblaciones tienen acceso a agua limpia y segura. Los cambios en el uso del suelo, los contaminantes químicos y los eventos de crisis hídrica degradan estos ecosistemas, y los estudios científicos que miden variables físicas, químicas y biológicas muestran porqué la gestión y la conservación del agua son esenciales para mantener los servicios ecosistémicos y el derecho humano al agua potable.



La disponibilidad de agua potable es fundamental para todas las comunidades del mundo y fue reconocido como un derecho humano por la ONU desde el año 2010. Sin embargo, aún hoy más de dos billones de personas en el mundo todavía no tienen garantizado ese derecho. / Foto: Dii Nyau – pexels

Ambientes acuáticos y servicios ecosistémicos

La sociedad siempre ha utilizado los recursos generados por los ecosistemas para la ejecución de actividades esenciales. Por ejemplo, los ecosistemas proporcionan condiciones para el cultivo de alimentos destinados al consumo humano y suministran una variedad de materiales para la construcción, tales como fibras y madera. Este proceso se denomina servicios ecosistémicos y se define como “todos los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas”. Dichos servicios pueden clasificarse en diferentes categorías: soporte, provisión, regulación y culturales.



Representación esquemática de las cuatro categorías de servicios ecosistémicos (provisión, regulación, culturales y soporte) y ejemplos proporcionados por la naturaleza. / Imagen: Jonathan da Rosa – Universidade Estadual de Maringá

Los diferentes tipos de ambientes acuáticos, como arroyos, lagunas, ríos y aguas subterráneas, también proveen diversos servicios ecosistémicos a la sociedad, como agua potable, agricultura, ganadería, pesca y mantenimiento de la biodiversidad.

En la agricultura y la ganadería, el agua desempeña un papel crucial, siendo utilizada tanto en la irrigación de cultivos de maíz y frijol por ejemplo, como en la cría de animales. Los ambientes acuáticos también albergan una gran biodiversidad, incluyendo especies de peces capturados en la pesca artesanal y especies atractivas para la pesca deportiva.

Los ríos, cuando son navegables, se utilizan como medio de transporte para el desplazamiento poblacional y el transporte de la producción de granos, mientras que las hidroeléctricas aprovechan el movimiento de las aguas de estos ambientes para la generación de energía. Finalmente, los ambientes acuáticos también proporcionan momentos de ocio y de conexión religiosa. Sin embargo, para que todos estos servicios ecosistémicos se mantengan, es necesaria una gran disponibilidad de agua y, principalmente, que esta sea de buena calidad.

Acceso al agua de buena calidad

No todas las poblaciones tienen agua disponible y de buena calidad, aunque está establecido que, independientemente de la condición social y económica, todas las personas poseen derecho al acceso al agua potable de calidad, un derecho humano fundamental reconocido por la Organización de las Naciones Unidas¹. Este recurso debe alcanzar ciertos niveles de calidad y estar disponible para evitar la muerte por deshidratación, reducir el riesgo de enfermedades y proporcionar agua suficiente para la cocción, la higiene personal y otras actividades².

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de dos mil millones de personas, aproximadamente una de cada tres en el mundo, no tienen acceso a agua potable. Esta realidad se agrava en comunidades rurales y en comunidades en condiciones de vulnerabilidad social, donde el agua es causa de problemas de salud pública, judiciales y económicos.

Brasil se destaca por su potencial hídrico, pues posee alrededor del 13,7% de toda el agua dulce del mundo, lo que lo convierte en uno de los países más ricos en este recurso. Sin embargo, la distribución y disponibilidad del agua son irregulares y limitadas, variando según la ubicación geográfica, la época del año y los cambios ambientales ocasionados por acciones antrópicas, es decir, acciones ejercidas por los seres humanos. Una de las causas de la escasez de agua puede atribuirse al mal uso, al desperdicio y a la falta de políticas eficaces para combatir esta situación.

¿Cuáles son los factores que alteran la calidad del agua?

Varios factores naturales o antrópicos afectan la calidad del agua, como el crecimiento poblacional, la urbanización, el represamiento y la contaminación. Los cambios en el uso del suelo también son una de las principales causas de alteración en la calidad del agua en ambientes naturales, ya que algunos cultivos agrícolas utilizan fertilizantes y plaguicidas que pueden correr hacia los cursos de agua cercanos, aumentando el riesgo para la salud humana y la pérdida de biodiversidad.

Los fertilizantes, al entrar en contacto con ambientes acuáticos, pueden causar eventos de eutrofización (aumento excesivo de nutrientes en el agua), favoreciendo las floraciones de algas, mientras que los plaguicidas pueden generar deformidades o

mortalidad de la biota acuática. La remoción de la vegetación ribereña facilita este tipo de contaminación, ya que la vegetación marginal filtra la polución química y los residuos sólidos (por ejemplo, plásticos) arrastrados por las lluvias.



Ejemplos de acciones humanas (factores antrópicos) que alteran la calidad del agua.

/ Imagen: Jonathan da Rosa – Universidade Estadual de Maringá

Eventos de crisis hídrica en Brasil

Brasil ha experimentado eventos extremos de sequía, vinculados a la escasez de agua. Entre los episodios de sequías severas en el Sudeste del país, se destacan los ocurridos en los años recientes de

2020 y 2021. Según datos de la Agencia Nacional de Aguas³, desde 2019, la cuenca del río Paraná volvió a enfrentar un escenario de lluvias desfavorable, lo que redujo la generación de energía eléctrica en sus represas. En mayo de 2021, el almacenamiento de los embalses de esta cuenca correspondió al 28% de la capacidad total, siendo el segundo peor almacenamiento de agua desde el año 2000.

Frente a esa condición, se adoptaron medidas para evitar la escasez de agua, como descuentos en la tarifa para quienes redujeran el consumo mensual en un 20% en relación con su propio promedio y, por otro lado, una sobretasa para quienes superaran su consumo promedio. Esto evidencia la falta de preparación de los gobiernos para solucionar problemas relacionados con la captación, almacenamiento, tratamiento y distribución de agua en Brasil.

Históricamente, el país ha adoptado respuestas reactivas y de emergencia, únicamente después de la ocurrencia de la escasez hídrica, enfocándose en medidas inmediatas frente a sequías actuales, sin implementar un modelo capaz de aumentar la resiliencia del sistema ante futuras crisis.

El uso de recompensas o penalidades financieras como medida para reducir el consumo de agua muestra la importancia de sensibilizar sobre el uso racional del recurso y lo mucho que esta cuestión necesita trabajarse en Brasil, pues esta no es la mejor forma de concienciar a la población. Una de las formas de cambiar este escenario es la ejecución de proyectos de extensión que aborden la educación ambiental y la importancia del agua de buena calidad.

¿Cómo podemos medir la calidad del agua?

En la escuela, durante la educación básica, aprendemos que el agua de buena calidad debe ser incolora (sin color), insípida (sin sabor) e inodora (sin olor). Sin embargo, además de estos factores, esta agua

necesita estar libre de materiales tóxicos y de algunos microorganismos. El término “calidad del agua” no se refiere necesariamente a un estado de pureza absoluta, sino a las características del agua, que pueden definirse mediante parámetros físicos, químicos y biológicos.

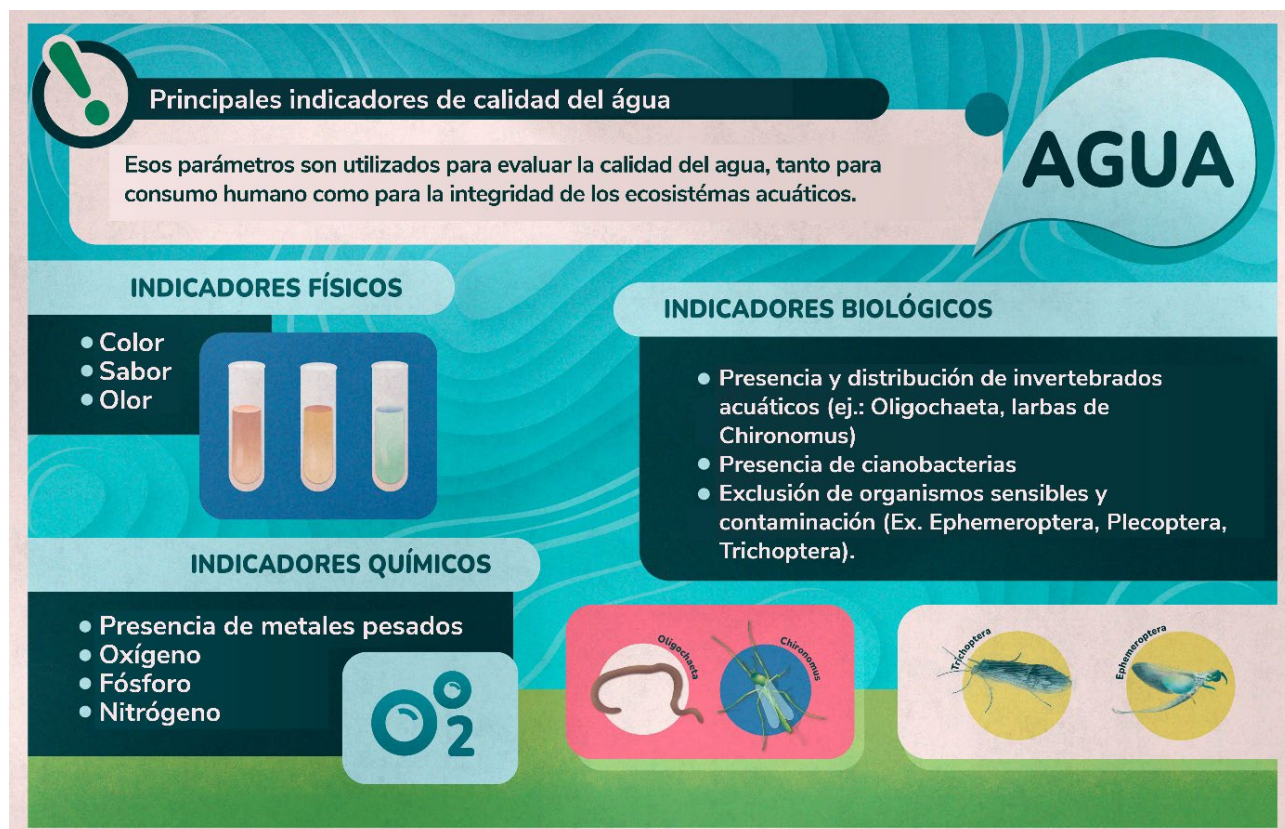
Estos parámetros se agrupan en variables abióticas, es decir, componentes “sin vida” (por ejemplo, nutrientes y metales pesados) y variables bióticas, que son todos los seres vivos que habitan el lugar (por ejemplo, cianobacterias e invertebrados acuáticos).

Variables abióticas como fluoruro y turbidez son comúnmente consideradas en la evaluación de la calidad del agua para consumo humano, mientras que el oxígeno disuelto se utiliza para evaluar la integridad del ambiente acuático. Estos parámetros son los más comúnmente analizados porque son indicadores básicos de la calidad del agua. El flúor por su función en la salud humana, la turbidez por indicar la calidad microbiológica del agua y el oxígeno por ser esencial para la supervivencia de los organismos acuáticos; cuando los niveles de oxígeno son bajos, es un claro indicador de contaminación.

Un estudio desarrollado por el proyecto de investigación científica NAPI Biodiversidad Servicios Ecosistémicos, que tiene como objetivo evaluar la calidad del agua en el estado de Paraná (Brasil), mostró que las variables abióticas influyen en la calidad del agua en la planicie de inundación del alto río Paraná, principalmente el fósforo, el nitrógeno y la transparencia del agua, resaltando la importancia de monitorear estos parámetros. Sin embargo, el estudio también señaló la necesidad de explorar los efectos de otros compuestos como metales pesados y microplásticos, que poseen un alto potencial de contaminación⁴.

En cuanto a las variables bióticas, algunos invertebrados acuáticos son considerados bioindicadores de la calidad del agua, es decir, son especies cuya presencia, cantidad y distribución indican la magnitud de los impactos ambientales sobre los ecosistemas acuáticos. Ellos permiten evaluar de manera integrada los efectos causados por múltiples fuentes de polución porque generalmente son sésiles, bentónicos y permanentes en el ambiente.

Entre los bioindicadores, algunos grupos de especies están directamente relacionados con un determinado agente contaminante: altas densidades de lombrices acuáticas (*Oligochaeta*) y de larvas rojas de moscas del género *Chironomus* (Diptera), aparecen en ríos con elevados niveles de materia orgánica. Otro ejemplo es la exclusión de organismos sensibles a la polución, como las formas inmaduras de muchos insectos (órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera).



Ejemplos de indicadores abióticos (físicos y químicos) y bióticos (biológicos) utilizados para evaluar la calidad del agua. / Imagen: Jonathan da Rosa – Universidade Estadual de Maringá

Algunas especies de algas fitoplanctónicas también son ampliamente utilizadas como indicadores de los niveles de nutrientes en el agua, base para la elaboración de estrategias de conservación. Además, las floraciones de algas tóxicas (cianobacterias) son un parámetro común de evaluación. ¿Quién nunca observó un lago con el agua verdosa? Generalmente, esta condición se debe a esos afloramientos, que en grandes cantidades (*blooms*) alteran el color y el olor del agua. Asimismo, pueden provocar la disminución del oxígeno disuelto y la producción de metabolitos secundarios tóxicos (cianotoxinas) que generan múltiples alteraciones en la microbiota.

La formación de afloramientos de algas productoras de cianotoxinas afecta negativamente varios servicios ecosistémicos, como la potabilidad del agua, la pesca y la recreación. El aumento de la frecuencia de estos eventos está asociado a impactos antrópicos y al calentamiento global. El problema es que las cianotoxinas pueden acumularse en peces, constituyendo una vía de contaminación para la población que consume pescado. Además, cuando están presentes en aguas de abastecimiento público, pueden causar graves daños a la salud humana.

Las principales cianotoxinas se clasifican en dos grupos: neurotoxinas (afectación del sistema nervioso) y hepatotoxinas (afectación del hígado). Estas pueden causar efectos agudos, como irritación de la piel, gastroenteritis e incluso paro respiratorio, o efectos crónicos, como la formación de tumores debido a la ingestión continua de agua contaminada con microcistinas (hepatotoxinas). El caso más grave en Brasil fue la “**Tragedia de Caruaru**” (Pernambuco), donde 116 de 123 pacientes de hemodiálisis

sufrieron intoxicación por microcistinas, resultando en 54 muertes por falla hepática⁵.

Legislación para la evaluación de la calidad del agua

Se han elaborado diversos instrumentos legales para asegurar el uso y la protección del agua, con el fin de evitar el desperdicio y la contaminación, y garantizar el acceso a este recurso. Cada país posee su propia legislación; en Brasil, la calidad del agua está determinada por su uso previsto. Es decir, dependiendo de sus características físicas, químicas y biológicas, el agua puede destinarse al abastecimiento humano, a la irrigación o únicamente a la navegación.

El principal documento legal utilizado para evaluar la calidad del agua en el país es la Resolución N° 357, del 17 de marzo de 2005, del Consejo Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), que “dispone sobre la clasificación de los cuerpos de agua y directrices ambientales para su encuadramiento, así como establece las condiciones y estándares de vertimiento de efluentes, y da otras disposiciones”. Esta resolución debe ser considerada junto con otros documentos importantes, tales como:

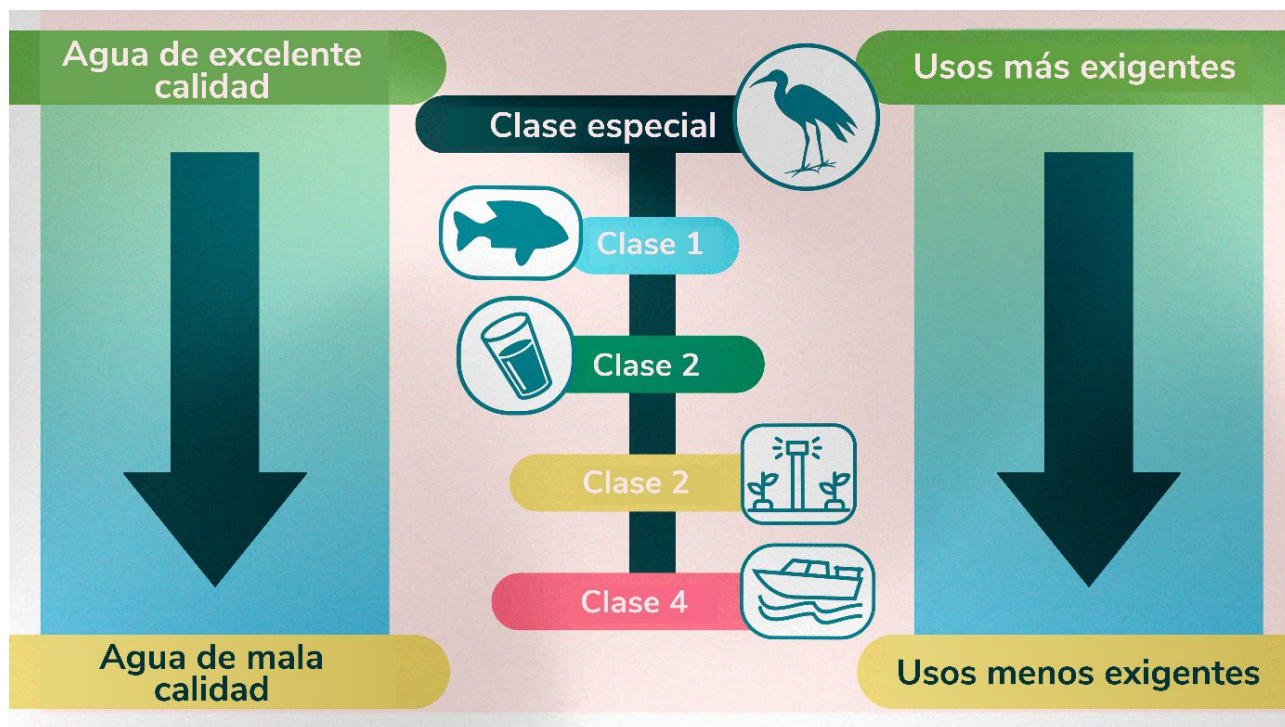
- (i) Constitución Federal de 1988, que establece las bases legales y los principios fundamentales para la protección y gestión de los recursos naturales, garantizando el derecho de todos a un medio ambiente ecológicamente equilibrado;
- (ii) Ley n° 6.938/1981, que dispone sobre la Política Nacional de Medio Ambiente (PNMA), destinada a controlar la emisión de contaminantes;

- (iii) Ley Federal n° 9.433/1997 (Ley de Aguas), que instituye la Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) y regula la gestión de las aguas en Brasil;
- (iv) Convenio de Estocolmo, tratado global cuyo objetivo es prohibir y restringir el uso de sustancias químicas clasificadas como Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), como algunos pesticidas (ejemplo: DDT) y productos industriales como las dioxinas.

Además, las agencias estatales y los comités de cuencas hidrográficas también pueden establecer o adoptar sus propias normas, siempre que estén en conformidad con lo estipulado en la legislación nacional.

La legislación brasileña categoriza las aguas en dulces, salobres y salinas. Se consideran aguas dulces aquellas con salinidad igual o inferior a 0,5%. Estas aguas se clasifican en cinco clases de acuerdo con la calidad requerida para sus usos predominantes. El encuadramiento de los cuerpos de agua es un instrumento de planificación fundamental en la gestión de los recursos hídricos, pues garantiza la calidad adecuada a los usos más exigentes y reduce los costos de combate a la contaminación mediante acciones preventivas y continuas.

Para cada clase de condiciones de calidad de agua se definen valores máximos o mínimos, o un rango de valores, para parámetros inorgánicos, orgánicos y otros parámetros generales. Por ejemplo, para el oxígeno disuelto se establece un valor mínimo; para las cianobacterias, un valor máximo (densidad); y para el pH, un rango de valores. Además, algunas sustancias, como aceites y grasas, deben estar prácticamente ausentes, es decir, en concentraciones tan bajas que no representen riesgos ambientales.



Esquema que ilustra el encuadramiento de los cuerpos de agua de acuerdo con la calidad del agua. La clase especial corresponde a los usos más exigentes, como el abastecimiento público, mientras que la clase 4 se destina a los usos menos exigentes, como la navegación. / Imagen: Jonathan da Rosa – Universidade Estadual de Maringá

Índices de calidad del agua

Aunque los parámetros están bien establecidos en la legislación, la cantidad y complejidad de los datos muchas veces dificultan la obtención de conclusiones sobre la calidad del agua en las cuencas hidrográficas. En este contexto, los índices de calidad del agua ayudan a traducir datos complejos en una puntuación única que puede ser fácilmente interpretada y utilizada por el poder público,

gestores, responsables de la toma de decisiones y la población en general.

La Agencia Nacional de Aguas (ANA) y otros institutos ambientales estatales utilizan el Índice de Calidad del Agua (IQA), desarrollado por la Compañía Ambiental del Estado de São Paulo (CETESB), para monitorear y evaluar la calidad del agua en Brasil³. Diversos índices son utilizados alrededor del mundo, adaptados a las especificidades locales. Estos índices pueden emplearse en planes de recuperación y manejo, contribuyendo efectivamente a la conservación de los recursos hídricos.

¿Agua de buena calidad para quién?

La legislación brasileña considera la calidad del agua para diversos usos: consumo humano, irrigación, industrial, recreativo y la protección de la vida acuática. Pero, ¿será que los parámetros que evalúan la calidad del agua son realmente adecuados para el consumo y la protección de la vida acuática?

Es necesario mantener condiciones ambientales que permitan tanto el abastecimiento de la población como el desarrollo y la supervivencia de las especies acuáticas. Sin embargo, existen dos principales problemas: algunos valores de parámetros son inadecuados, mientras que otros no son contemplados por la legislación.

En el primer caso, los límites pueden ser demasiado altos para algunas comunidades. Según la resolución CONAMA, por ejemplo, una concentración de 3,7 mg/L de amoníaco no es perjudicial para el consumo humano, pero 0,01 mg/L de amoníaco, de acuerdo con la CETESB, puede ser tóxica para los peces⁶. De la misma forma, los valores permitidos para algunos herbicidas, como la atrazina, también afectan negativamente a los peces⁷.

En el segundo caso, algunos componentes no son monitoreados por la legislación y, en consecuencia, no existen límites de tolerancia. Sustancias como cafeína, contaminantes emergentes (residuos de fármacos y hormonas) y microplásticos, que tienen efectos negativos sobre la biota acuática y tornan el agua inadecuada para el consumo, no cuentan con reglamentaciones específicas.

Avances y perspectivas para la conservación del agua

La gestión y el uso sostenible del agua son fundamentales para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, especialmente el ODS 6, que trata sobre agua limpia y saneamiento. La meta 6.3 busca mejorar la calidad del agua en los cuerpos hídricos, reduciendo la contaminación, minimizando el vertimiento de materiales y sustancias nocivas, disminuyendo a la mitad la proporción de efluentes no tratados y aumentando sustancialmente el reciclaje y el reúso seguro del agua.

En consonancia con el ODS 6, el concepto de seguridad hídrica implica garantizar suficiente agua, tanto en cantidad como en calidad, para atender las necesidades humanas (salud, subsistencia y actividades productivas), así como para la conservación de los ecosistemas. Este concepto abarca la interconexión entre agua, personas, naturaleza, clima y economía.

No obstante, desafíos actuales como el cambio climático ponen en riesgo la seguridad hídrica, reduciendo la disponibilidad de agua y aumentando la frecuencia de sequías e inundaciones. Frente a estos desafíos, son necesarias medidas de conservación para garantizar la protección de uno de nuestros recursos naturales más valiosos. Reconocer la relación entre el agua y los aspectos esenciales de la vida es urgente, pues el agua no es un recurso infinito y su uso

responsable y gestión sostenible son fundamentales para asegurar los servicios ecosistémicos y, en consecuencia, nuestro futuro y el de las próximas generaciones.

Más información en:

1. Organização Das Nações Unidas. (2010). Assembleia Geral. Resolução A/RES/64/292, de 28 de julho de 2010. O direito humano à água e ao saneamento. ONU, 2010. Disponível em: <https://digitallibrary.un.org/record/687002?ln=en&v=pdf>. Acesso em: 27 maio 2025.
2. Zorzi, L., Turatti, L., & Mazzarino, J. M. (2016). O direito humano de acesso à água potável: uma análise continental baseada nos Fóruns Mundiais da Água. *Revista Ambiente & Água*, 11(4), 954-971.
3. Agência Nacional De Águas (ANA). Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil. Brasília: ANA, 2004. Disponível em: https://www.ana.gov.br/portaldpnqa/Publicacao/PANORAMA_DA_QUALIDADE_DAS_AGUAS.pdf. Acesso em: 30 maio 2025.
4. Rosa, J., Carvalho, N. M., Costa, I. C. B., Quirino, B. A., da Silva, J. V. F., & Bonecker, C. C. (2024). A synthesis of knowledge about water quality in the upper Paraná river floodplain. *Oecologia Australis*, 28(4), 236-249.
5. Azevedo, S. M., Carmichael, W. W., Jochimsen, E. M., Rinehart, K. L., Lau, S., Shaw, G. R., & Eaglesham, G. K. (2002). Human intoxication by microcystins during renal dialysis treatment in Caruaru—Brazil. *Toxicology*, 181, 441-446.
6. CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Mortandade de peixes - Amônia. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 2022. Disponível em:

<https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/contaminantes/amonia/>. Acesso em: 30 maio 2025.

7. Lechinovski, L., Bados, M., Rosa, J., Moda, D. B., & Bueno Krawczyk, A. C. D. D. (2022). Ecotoxicological effects of conventional herbicides and a natural herbicide on freshwater fish (*Danio rerio*). *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 57(10), 812-820.

Edição: Luiz Guilherme dos Santos Ribas

Colaboração: Carolina Gutiérrez Cortés, David González, Ángela Gutiérrez

Citação: Rosa, J., Contieri, B., Santos, M., Bonecker, C. 2026. *Por que é importante ter uma água de boa qualidade?* Revista Bioika, edición 13.

Disponível em: <https://revistabioika.org/es/ecovoces/post?id=177>