Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

ESTACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP/ETAs): BRASIL Y COLOMBIA

ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA POTÁVEL (PTAP/ETAS): Brasil e Colômbia

Daniela Herrera Báez[I]
José Ricardo Verona Alves[II]
Jucelino dos Santos[III]
Karen Robayo Martínez[IV]
Lecijane Aparecida Salla Lorasqui[V]
Nicolas Rodríguez Barragán[VI]
Valentina Amador Moncayo[VII]
Valentina Posada Luna[VIII]
Wilmar Alirio Botello Suárez[IX]
Rose Maria Duda[X]

RESUMEN

Las estaciones potabilizadoras de agua (ETA) tienen como objetivo garantizar el abastecimiento de agua potable a la población. Las configuraciones de las ETAs pueden variar en función de la calidad del agua recibida para su tratamiento y posterior distribución a la población, cumpliendo los estándares descritos en la legislación. Por ello, el objetivo de este trabajo fue realizar un análisis comparativo de las ETAs frecuentemente observadas en Colombia y Brasil y comparar sus principales diferencias. Se observó que Colombia y Brasil realizan los procesos de tratamiento convencionales que se utilizan en todo el mundo, pero difieren en algunos pasos que realizan. Aunque diferenciada, la calidad del agua termina siendo adecuada para el consumo humano, cumpliendo con las normas estipuladas por cada país.

Palabras clave: Agua. Potabilización. Tratamiento de agua.

[I] Estudiante del Curso de Ingeniería Ambiental. Universidad El Bosque. Bogotá, Colômbia, Email.: dherreraba@unbosque.edu.co
[II] Estudiante del Curso de Tecnología en Gestión Ambiental. Faculdade de Tecnologia "Nilo de Stéfani". Jaboticabal, São Paulo, Brasil. Email.: jose.alves43@fatec.sp.gov.br
[III] Estudiante del Curso de Tecnología en Gestión Ambiental. Faculdade de Tecnologia "Nilo de Stéfani". Jaboticabal, São Paulo, Brasil. Email.: jucelino.santos@fatec.sp.gov.br
[IV] Estudiante del Curso de Ingeniería Ambiental. Universidad El Bosque. Bogotá, Colômbia, Email.: krobayom@unbosque.edu.co
[V] Estudiante del Curso de Tecnología en Gestión Ambiental. Faculdade de Tecnologia "Nilo de Stéfani". Jaboticabal, São Paulo, Brasil. Email.: lecijane.lorasqui@fatec.sp.gov.br
[VI] Estudiante del Curso de Ingeniería Ambiental. Universidad El Bosque. Bogotá, Colômbia, Email.: nrodriguezbar@unbosque.edu.co
[VII] Estudiante del Curso de Ingeniería Ambiental. Universidad El Bosque. Bogotá, Colômbia, Email.: vamador@unbosque.edu.co
[VIII] Estudiante del Curso de Ingeniería Ambiental. Universidad El Bosque. Bogotá, Colômbia, Email.: vposada@unbosque.edu.co
[IX] Professor. Universidad El Bosque. Bogotá, Colômbia. Email.: wbotello@unbosque.edu.co
[X] Professora. Faculdade de Tecnologia "Nilo de Stéfani". Jaboticabal, São Paulo, Brasil. Email.: rose.duda@fatec.sp.gov.br

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

RESUMO

As estações de tratamento de água (ETA) têm o objetivo de garantir o fornecimento de água potável para a população. As configurações das ETA, podem variar dependo da qualidade da água recebida para o tratamento e posterior distribuição para a população, atendendo padrões descritos na legislação. Portanto objetivo deste trabalho foi realizar uma análise comparativas das ETA frequentemente observadas na Colômbia e no Brasil e comparar as principais diferenças. Observaram-se que a Colômbia e o Brasil realizam os processos convencionais de tratamento que são utilizados em todo o mundo, porém diferem em algumas etapas que realizam. Apesar de diferenciadas, a qualidade da água acaba sendo adequada para o consumo humano, atendendo as regulamentações estipuladas por cada país.

Palavras-chave: Água. Potabilização. Tratamento de água.

Data de submissão do artigo: 06/03/2022.
Data de aprovação do artigo: 02/12/2022.
DOI: **10.52138/citec.v14i1.212**

1 INTRODUCCIÓN

La importancia del agua para mantener la vida tal y como la conocemos es indiscutible. A pesar de esta importancia, cada vez son más los cuerpos de agua contaminados, debido al excesivo crecimiento de la población, lo que a su vez incrementa la demanda del consumo de agua potable, así como el uso desmedido de grandes cantidades de este recurso para la fabricación de productos dirigidos al beneficio humano.

Teniendo en cuenta que existen diversos problemas en cuanto a la calidad del agua que se consume, se plantea como solución las plantas o estaciones de tratamiento de agua potable (PTAP/ETAs), las cuales comprenden estructuras y sistemas ligados a diversas ramas de la ingeniería, cuyo objetivo principal es tratar el agua para volverla apta para el consumo humano, evitando así problemáticas de salud pública. Lo anterior, es llevado a cabo con tratamientos de tipo físico, químico y biológico, a través de diversos equipos o herramientas que permitan adecuar los parámetros físicoquímicos y biológicos del agua teniendo en cuenta los límites permisibles según la normativa para consumo humano, eliminando la contaminación de las fuentes hídricas de abastecimento (INGELINK, 2021).

Por lo tanto, el presente trabajo tiene como propósito analizar las diferencias y similitudes entre los tipos de plantas o estaciones de tratamiento de agua potable (PTAP/ETAs) empleadas en Brasil y Colombia. Se realiza una revisión bibliográfica de las fuentes hídricas de los tipos de tratamiento del agua potable, los procesos de tratamiento convencional de los países y los límites admisibles de los parámetros según las diferentes normativas.

2 COMPARACIÓN DEL PROCESOS DE TRATAMIENTO CONVENCIONAL DE LOS PAÍSES

Con el fin de comparar el proceso de tratamiento más utilizado en las plantas o estaciones de tratamiento de agua potable de ambos países, se organiza la información

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

recopilada en lo Cuadro 1 donde las similitudes abarcan las dos columnas de los países y cuando difieren en algún paso del proceso se subdividen según cada país.

Cuadro 1 - Comparación del proceso de tratamiento convencional em Brasil y Colombia

Países		**Brasil**	**Colombia**
Sistema utilizado		Convencional	Convencional
Etapas	Captación del agua cruda	Se realiza la captación del recurso en un cuerpo de agua superficial, se identifica un punto de obtención y se dirige a un sistema de rejilla para impedir el ingreso de elementos de gran tamaño como ramas, troncos, animales acuáticos, entre otros.	
	Desarenación	No se realiza este paso	Emplear un desarenador para sedimentar las arenas suspendidas en el agua con el objetivo de evitar el daño en las bombas y tuberías por acumulación de estas.
	Aducción/ Conducción	Se conduce el agua cruda captada a la planta de tratamiento de agua potable mediante bombas, tuberías y canales.	
	Aireación	No se realiza este paso	Se llevan a cabo los saltos de agua para eliminar olores y sabores producidos por los gases disueltos
	Bombeo de baja	No se realiza este paso	Se envía el agua cruda a la cámara de mezcla por medio de bombas de baja presión
	Coagulación/ Cámara de Mezcla	Proceso físico-químico en él se añade la sustancia coagulante al agua en un proceso de mezcla rápida y da cabida a la formación de coágulos, así mismo se agrega alcalinizantes (cal). Esto con el fin de lograr que las partículas coloidales y en suspensión que alteran el agua se atraigan entre sí para formar “flóculos” y se remuevan. Se emplean los siguiente coagulantes en dosis determinadas: Sulfato de aluminio (5 mg/l a 100 mg/l); Cloruro de polialuminio (PAC); Cloruro férrico (5 mg/l a 70 mg/l); Sulfato férrico (8 mg/l a 80 mg/l) y Coagulantes orgánicos catiónicos (1 mg/l a 4 mg/l).	
	Floculación	Proceso por el cual se forman flóculos (FLOC’S) de mayor tamaño a partir del agrupamiento de flóculos más pequeños por medio de la agitación lenta y constante del agua, así se estimulan las partículas para que choquen entre sí y formen los FLOC’S.	
	Sedimentación /Decantación	Separación entre sólido-líquido por la acción de la gravedad. Se emplea para sedimentar los flóculos, los decantadores o unidades de sedimentación de tipo: convencional (flujo horizontal: sección rectangular y flujo vertical: sección circular); alta tasa (laminar, flujo ascendente y descendente)	Cuando los flóculos son lo suficientemente grandes y pesados, el agua irá con gran velocidad a tanques de sedimentación o decantación, donde se decantan dichas partículas en el fondo de los estanques, atrapando así las impurezas.

Elaboración Propia. Fuente de información: (INGELINK, 2021); (AMB, 2021); (ACUEDUCTO DE BOGOTÁ, 2021); (BRK AMBIENTAL, 2021); (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2021)

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Cuadro 1 (continuación) - Comparación del proceso de tratamiento convencional em Brasil y Colombia

Países		**Brasil**	**Colombia**
Sistema utilizado		Convencional	Convencional
Etapas	Filtración	Cuando la mayoría de los sólidos se hayan sedimentado, se transporta el agua decantada a un filtro donde esta pasa a través de sucesivas capas de arena (medio poroso) con distinto grosor, así pues las partículas de turbidez que no fueron retenidas, serán eliminadas.	
	Cloración u ozonización /Desinfección	Proceso bioquímico, donde se realiza la aplicación de un agente físicoquímico, bien sea el cloro (Cl) o el ozono (O_3) y se evidencia acción antibacteriana.	Proceso químico, donde se adiciona una cantidad de cloro (Cl) necesario para eliminar el exceso de bacterias y microorganismos presentes en el agua.
	Fluorización	Aplicación de flúor en el suministro de agua abastecimiento como forma de prevención de la caries.	No se realiza este paso
	Corrección del pH	Añadir al agua filtrada una solución de leche de cal, Ca (OH), hidróxido de calcio, para hacerla neutra (pH=7) evitando su corrosividad.	No se realiza este paso
	Control de calidad	No se realiza este paso	Análisis de la calidad del agua de la planta de tratamiento en diferentes puntos.
	Almacenamiento y distribución	Se almacena en reservorios por toda la ciudad y se distribuye a las viviendas.	

Elaboración Propia. Fuente de información: (INGELINK, 2021); (AMB, 2021); (ACUEDUCTO DE BOGOTÁ, 2021)**; (BRK AMBIENTAL, 2021); (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2021)**

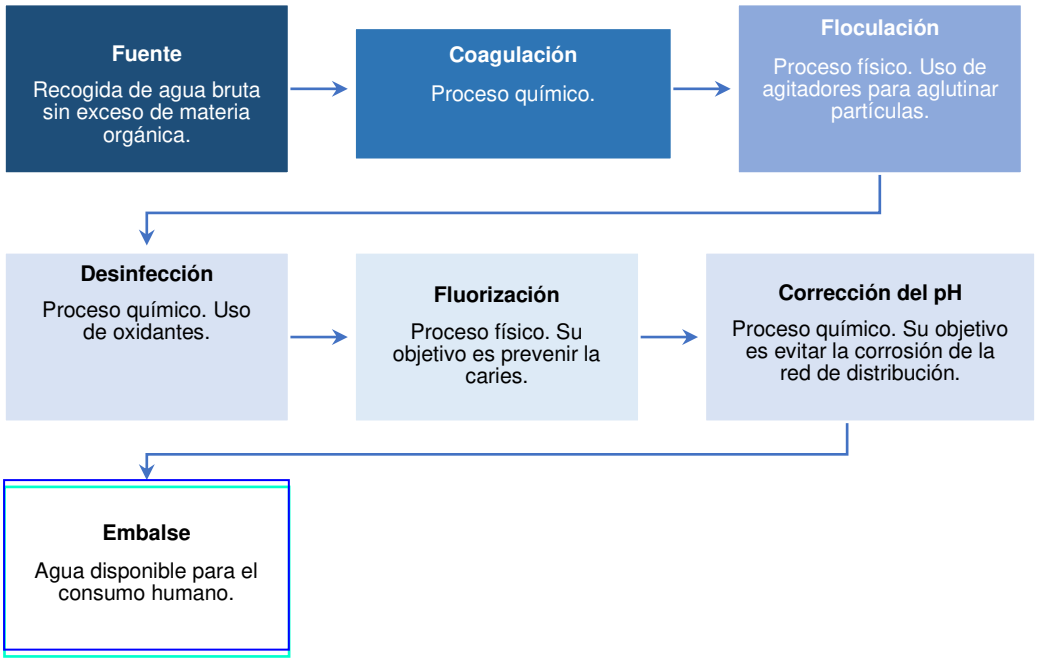
2.1 Otros tipos de tratamiento de agua potable

Aparte del tratamiento convencional de las PTAP/ETAs, existen otros tipos de tratamiento en ambos países.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

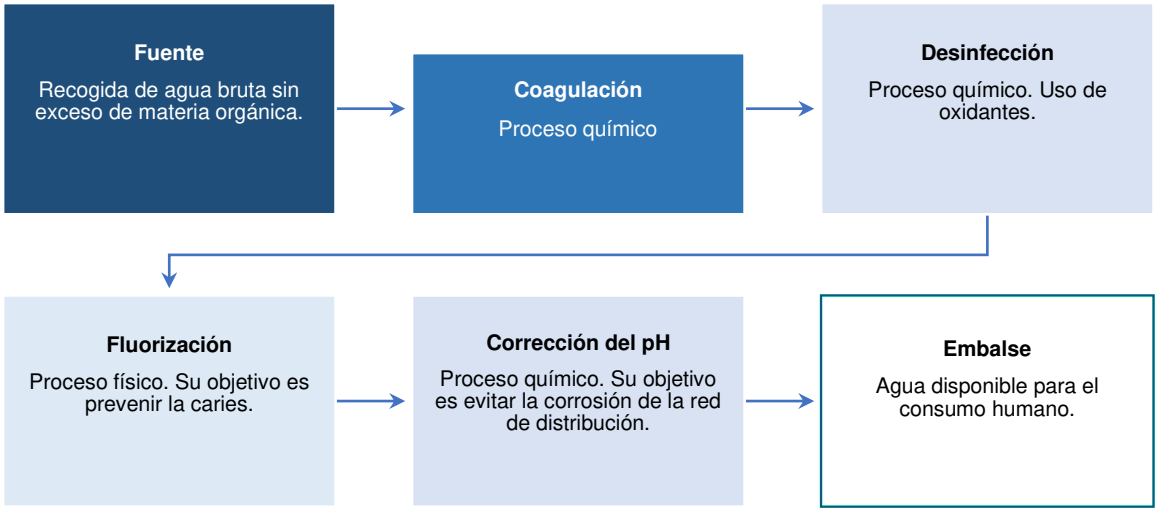
2.1.1 Brasil

Figura 1 - Filtración Directa



Fuente de información: (LUIZ DI BERNARDO, 2003)

Figura 2 - Filtración en Línea

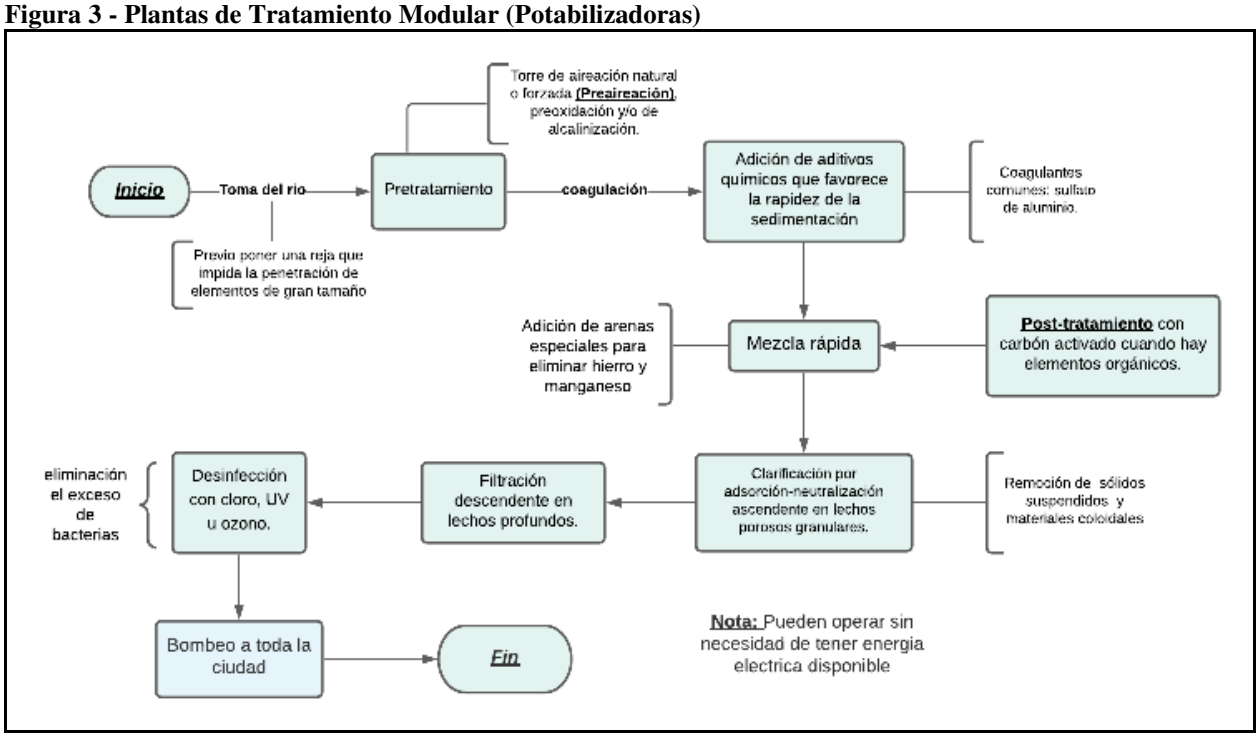


Fuente de información: (GIOVANNA ORTIZ, 2021)

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

2.1.2 Colombia

Figura 3 - Plantas de Tratamiento Modular (Potabilizadoras)



Fuente de información: (AMB, 2021); (ACUEDUCTO DE BOGOTÁ, 2021)

2.2 Límites admisibles de parámetros del agua

Frente a los límites admisibles de los parámetros del agua, en cuanto a Brasil, se sigue la portaria 888 (PORTARIA GM/MS Nº 888, 2021), la cual establece los siguientes parámetros que deben alcanzar las PTAP: Color aparente - 15 UPC (mg Pt-Co/L); Turbidez, donde a la salida de las depuradoras no debe superar 1 NTU, mientras que en toda la red de distribución el valor máximo es de 5 NTU; Coliformes Totales: No hay tolerancia en 100 mL en la salida de las ETAs y para el 95% de las muestras en el sistema de distribución; Coliformes termotolerantes: Ausencia en 100 ml; Dureza: 500 mg $CaCO_3$/L; Hierro: 0,3 mg/L; Manganeso: 0,1 mg/L; Sabor y olor: No es objetable; Sulfato: 250 mg/L; Cloruro: 250 mg/L.

En cuanto a Colombia, es importante resaltar que para determinar la clase de tratamiento, ya sea tratamiento convencional o tratamiento específico, se debe tener en cuenta la fuente y el cumplimiento de caudal óptimo para abastecer la planta, sin comprometer un caudal ecológico. La finalidad de este tipo de tratamientos es obtener una calidad de agua con niveles adecuados que depende del uso que se les quiera dar, por lo que la combinación de los procesos varía en función de las propiedades de partida con las que cuenta el recurso hasta aquellas de su destino final. Para ello, se evidencia en la Cuadro 3 los diferentes parámetros y los niveles de calidad del recurso hídrico de acuerdo al grado de contaminación.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Cuadro 3 - Calidad de la fuente - Límites máximos para las fuentes de agua segregadas según su nivel de aceptabilidad

Parámetros	Análisis según		Nivel de calidad de acuerdo al grado de polución			
	Norma técnica NTC	Standard Method ASTM	1. Fuente aceptable	2. Fuente regular	3.Fuente deficiente	4. Fuente muy deficiente
DBO 5 días	3630					
Promedio mensual mg/L			≤ 1.5	1.5 - 2.5	2.5 - 4	>4
Máximo diario mg/L			1 – 3	3 - 4	4 - 6	>6
Coliformes totales (NMP/100 mL)						
Promedio mensual		D-3870	0 – 50	50 - 500	500 - 5000	> 5000
Oxigeno disuelto mg/L	4705	D-888	≥ 4	≥ 4	≥ 4	< 4
PH promedio	3651	D 1293	6.0 - 8.5	5.0 - 9.0	3.8 - 10.5	
Turbiedad (UNT)	4707	D 1889	< 2	2 - 40	40 - 150	≥ 150
Color verdadero (UPC)			< 10	10 -20	20 - 40	≥ 40
Gusto y olor		D 1292	Inofensivo	Inofensivo	Inofensivo	Inaceptable
Cloruros (mg/L - Cl)		D 512	< 50	50 - 150	150 - 200	300
Fluoruros (mg/L - F)		D 1179	< 1.2	< 1.2	< 1.2	> 1.7
GRADO DE TRATAMIENTO						
- Necesita un tratamiento convencional			NO	NO	Si, hay veces (ver requisitos para uso FLDE : literal C.7.4.3.3)	SI
- Necesita unos tratamientos específicos			NO	NO	NO	SI
- Procesos de tratamiento utilizados			(1) = Desinfección + Estabilización	(2) = Filtración Lenta o Filtración Directa + (1)	(3) = Pretratamiento + [Coagulación + Sedimentación+ Filtración Rápida] o [Filtración Lenta Diversas Etapas] + (1)	(4) = (3) + Tratamientos específicos

Fuente: (CASTRO; VELASQUEZ, 2015)

Por otro lado, en Bogotá para que el agua tenga como fin el consumo humano a partir de las fuentes hídricas descritas anteriormente y sus condiciones, la normatividad a tener en cuenta es la siguiente: el Decreto 1575 de 2007 (DECRETO 1575, 2007) en donde se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para consumo humano con excepción del agua envasada y también la resolución 2115 del año 2007 (RESOLUCIÓN N. 2115, 2007), en la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia, con el mismo fin de esclarecer y determinar esta misma calidad.

En comparación con la información suministrada de Brasil, se equipara que los parámetros para Colombia son los siguientes: color aparente - 15 mg/L Pt/Co; Turbidez - 2 NTU; Coliformes Totales: 15 según el puntaje de riesgo del IRCA y el artículo 12 del Decreto 1575 de 2007 (DECRETO 1575, 2007) a este parámetro se le asigna un puntaje de riesgo que va de "0 cuando cumple con los valores aceptables para cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas contempladas en la presente Resolución y cien puntos (100) para el más alto riesgo cuando no cumple ninguno de ellos" (RESOLUCIÓN N. 2115, 2007). De este mismo modo, la dureza tiene una puntaje de riesgo de 1; por otro lado químicos como el hierro 0,3 mg/L; Magnesio 36 mg/L; sabor y olor aceptable; Sulfato: 250 mg/L; Cloruro: 250 mg/L (RESOLUCIÓN N. 2115, 2007)

Así mismo, otras normativas asociadas son: Decreto 1594 del 26 de junio de 1984 (DECRETO 1594, 1984) del Ministerio de Salud, Decreto 1575 del Ministerio de Salud , por el cual se establece la calidad del agua potable (DECRETO 1575, 2007), Ley 614 de 2000 (LEY 614, 2000)sobre planes de ordenamiento territorial, Decreto 3489/82 (DECRETO 3489, 1982) sobre declaratoria de estado de emergencia. Finalmente, se relacionan las normas ISO

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

que certifican que “las plantas de tratamiento de agua potable se encuentran diseñadas para un óptimo manejo, mantenimiento, envío e instalación” (AGUATECNICA S.A.S., 2018). Un claro ejemplo de esto, es la norma ISO 4064. la cual se centra en los medidores de agua, sus requisitos asociados a la instalación y funcionamiento.

3 CONSIDERACIONES FINALES

El propósito de este trabajo se logró cumplor, dado que se pudo analizar las diferencias y similitudes entre los procesos de las plantas de tratamiento de agua potable mediante la revisión bibliográfica realizada por cada parte del grupo, donde se evidenció que tanto Colombia como Brasil llevan a cabo los procesos de tratamiento convencionales que se usan a nivel mundial, no obstante, se diferencian por algunos pasos que realizan. Aunque se lleguen a diferenciar, la calidad de agua resulta ser apta para consumo humano cumpliendo con la normativa estipulada por cada país.

AGRADECIMIENTOS

Universidad El Bosque y FATEC en Jaboticabal. Trabajo realizado en el Intercambio Virtual (COIL) entre estudiantes de las carreras de Ingeniería Ambiental (El Bosque) y Tecnología en Gestión Ambiental (FATEC en Jaboticabal.)

REFERENCIAS

ACUEDUCTO DE BOGOTÁ. **Información básica - El agua de Bogotá**. Disponível em: https://www.acueducto.com.co/. Acesso em: 3 out. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Saneamento básico. Ministério do Desenvolvimento Regional**. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/saneamento-basico. Acesso em: 5 out. 2021.

AGUATECNICA S.A.S. **Acuatecnica Líderes en Ingeniería Ambiental y Sanitaria**. Disponível em: http://acuatecnica.com/. Acesso em: 5 out. 2021.

AMB. **Proceso de Potabilización. amb-Gestión Integral del Agua.** Disponível em: https://www.amb.com.co/amb/. Acesso em: 2 nov. 2021.

BRK AMBIENTAL. **Conheça as etapas do processo de tratamento de água. Blog | Saneamento em Pauta**. Disponível em: https://blog.brkambiental.com.br/etapas-tratamento-de-agua/. Acesso em: 3 out. 2021.

CASTRO, L.; VELASQUEZ, J. **Análisis de los diseños de las plantas de tratamiento de agua potable (ptap) y calidad del agua cruda y tratada en el departamento de Cundinamarca**. [s.l: s.n.].

DECRETO 1575. **Decreto 1575 de 2007: Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano**Colombia, 2007. Disponível em: https://sites.google.com/site/legislaciondeserviciospublicos/decreto-1575-de-2007. Acesso em: 3 out. 2021.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

DECRETO 1594. **DECRETO 1594 DE 1984 (Junio 26) Derogado por el art. 79, Decreto Nacional 3930 de 2010, salvo los arts. 20 y 21. "Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Tí**Colombia, 1984. Disponível em: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=18617. Acesso em: 3 out. 2021.

DECRETO 3489. **Decreto 3489/82 sobre declaratoria de estado de emergencia**Colombia, 1982. Disponível em: https://www.redjurista.com/Documents/decreto_3489_de_1982_ministerio_de_defensa_nacional.aspx#/. Acesso em: 3 out. 2021.

GIOVANNA ORTIZ. **Tratamento de águas de abastecimento - Aula 7- Filtração**. Disponível em: https://pt.slideshare.net/GiovannaOrtiz/taa-7. Acesso em: 5 out. 2021.

INGELINK. **Plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) Estudio, diseño y mantenimiento para medianas y grandes industrias**. Disponível em: https://ingelink.net/planta-de-tratamiento-de-agua-potable/. Acesso em: 13 nov. 2021.

LEY 614. **LEY 614 DE 2000 por medio de la cual se adiciona la Ley 388 de 1997 y se crean los comités de integración territorial para la adopción de los planes de ordenamiento territorial.**Colombia, 2000. Disponível em: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4154#614. Acesso em: 3 out. 2021.

LUIZ DI BERNARDO. **Tratamento de água para abastecimento por filtração direta**. Brasil: [s.n.].

PORTARIA GM/MS Nº 888. **PORTARIA GM/MS Nº 888: Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**Brasil, 2021. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 3 out. 2021.

RESOLUCIÓN N. 2115. **RESOLUCIÓN N. 2115 - Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.**Colômbia, 2007. Disponível em: https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/2115 - 2007.pdf. Acesso em: 3 out. 2021.