

# CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES HOSPITALARIAS

## *Characterization of hospital wastewaters*

Línea de investigación: Prevención y control de la contaminación.

Santiago Aguilar Cepeda, Ingeniero Ambiental, Universidad Libre, sanagui\_9408@hotmail.com

Fecha de recepción: enero de 2018. Fecha de aceptación: abril de 2018

ISSN: 2590-6704

### RESUMEN

En esta monografía se identifica la caracterización de las aguas residuales hospitalarias , en este caso los parámetros que se van a tener en cuenta son: la DQO, DBO<sub>5</sub>, pH y algunas bacterias presentes en las mismas, esto con el objetivo de conocer la caracterización de las aguas residuales provenientes de diferentes centros hospitalarios, para conocer qué tan contaminadas se encuentran estas aguas según la relación DBO<sub>5</sub>/ DQO > 0,5, tratamientos biológicos, DBO<sub>5</sub>/ DQO < 0,3 tratamiento físico-químicos, los valores que arroje esta relación indica si son de fácil biodegradabilidad o por el contrario son de difícil biodegradabilidad, también muestra ciertas clases de bacterias las cuales son resistentes a diferentes tipos de medicamentos.

**Palabras claves:** Parámetros, biodegradabilidad, resistentes, bacterias.

### ABSTRACT

In this monograph the characterization of hospital wastewater is identified, in this case the parameters that are going to be taken into account are: the DQO, DBO<sub>5</sub>, pH and some bacterium present in them, this with the objective of knowing the characterization of the wastewater coming from different hospitals, in order to know how much these waters are polluted according to the relation DBO<sub>5</sub>/ DQO > 0,5, biological treatments, DBO<sub>5</sub>/ DQO < 0,3 physical-chemical treatment, the values for this relation indicate if they are easily biodegradable or on the contrary they are difficult to biodegrade, it also shows certain classes of bacterium which are resistant to different types of medicines.

**Keywords:** Parameters, biodegradability, resistant, bacteria.

### 1. INTRODUCCIÓN

El saber la caracterización de las aguas residuales es importante ya que se puede identificar qué sustancias se están produciendo en el hospital, lo que permite identificar las más toxicas y las cuales pueden ser las más nocivas.

Si se identifican las sustancias que componen las aguas residuales hospitalarias se puede saber qué tratamiento es aplicable a éstas antes de que sean vertidas a las cuencas que es lo que se hace en muchos casos y es el mayor problema.

La mayoría de los hospitales vierten sus aguas residuales a las cuencas sin hacer ningún pre tratamiento a sus vertimientos; muchas comunidades se ven afectadas por los químicos que son vertidos en las descargas hechas por los hospitales y que generan grandes riesgos en la salud ya que estas aguas contienen desechos peligrosos y si se conoce la composición de éstas se puede medir el grado de afectación que se genera la cuenca y las comunidades que se encuentran aguas abajo de las descargas.

La descarga de las aguas residuales hospitalarias a la cuenca sin ningún pre tratamiento puede causar la proliferación de enfermedades, si en la caracterización se identifica algún virus se puede evitar que éste se vierta y se expanda por medio de la cuenca la cual puede llegar a causar un gran impacto ambiental, ya que las comunidades utilizan el agua de esta cuenca para satisfacer sus necesidades diarias, además muchas veces son utilizadas para el riego de cultivos lo que ocasionaría que los alimentos se vean contaminados.

La mezcla de químicos puede llegar a formar súper químicos como los presentes en el aire, por la mezcla que se produce de gases los cuales se generan por algún tipo de combustión o pueden formar también sustancias como lo

son las dioxinas y los furanos esto puede suceder en las aguas residuales hospitalarias que la mezcla de químicos cree nuevos químicos y mucho más peligrosos los cuales al hacer la caracterización los podemos identificar para saber que tratamientos se les puede hacer a estos.

## 2. MARCO REFERENCIAL

“Debido al amplio consumo de productos farmacéuticos en la sociedad moderna, los podemos encontrar en las aguas residuales de las industrias, de los hospitales y en los efluentes albañiles. No todos los productos farmacéuticos son removidos lo suficiente con los sistemas actuales de tratamiento por lo que pueden estar presentes en los efluentes de las plantas de tratamiento, en distintos cuerpos de agua e incluso en el agua potable a muy bajas concentraciones. El artículo intenta dar una visión general de la problemática actual de la presencia de los productos farmacéuticos en el medio ambiente, su eco toxicidad y biodegradabilidad, así como una estrategia general para disminuir su impacto sobre el medio ambiente. Se destaca la necesidad de continuar con la determinación de productos farmacéuticos en aguas residuales, cuerpos de agua y agua potable, tarea difícil debido al excesivo número de fármacos y metabolitos, con diferentes estructuras químicas y propiedades físico químicas”.

(Quesada Peñate, I., Jáuregui Haza, U. J., Wilhelm, A.-M., & Delmas, H, 2009, p.1).

“La contaminación de los ecosistemas acuáticos naturales por las aguas residuales de origen hospitalario es uno de los temas de mayor atención ambiental y para la salud humana desde hace algunos años. Diversos investigadores reportan que estas aguas residuales representan un problema en cuanto a su eliminación, debido al peligro latente de elevadas concentraciones de microorganismos y/o virus (enterobacterias, coliformes fecales, entre otros), algunos de los cuales pueden haber adquirido multi-resistencia antibiótica, también pueden estar presentes: solventes, metales pesados. Estas aguas componen una mezcla de sustancias complejas cuya actividad tóxica, mutagénica y genotóxica dependerá de interacciones sinérgicas y antagónicas entre sus componentes y entre estos y el ambiente”.(Alvariño, C. R, 2008, p.1).

“La resistencia a múltiples sustancias es un problema de salud pública que se viene observando a nivel mundial después de la aparición de los antibióticos. El uso indiscriminado de los antibióticos y la presión selectiva ambiental realizada por antisépticos y desinfectantes ha generado una respuesta de supervivencia en los microorganismos, que los capacita para evadir con eficiencia la acción bactericida de algunos agentes”. (Cabrera, C. E., Gómez, R. F., & Zúñiga, A. E, 2007, p.1).

## 3. METODOLOGÍA

A continuación se muestran las fases en las que se realizó la monografía las cuales son:

### Primera fase

En esta fase se buscó los documentos los cuales tuvieran relación con el tema que era caracterización de aguas residuales hospitalarias, se identificaron en estos documentos variables en común para poder realizar una tabla.

### Segunda fase

En esta fase se agruparon los datos para correlacionar la información y así poder realizar un tipo de comparación de la información encontrada en los diferentes artículos. En total se trabajó con ocho variables, las cuales son:

- $\text{DBO}_5$ : Es un tipo de variable escala, esta variable se utiliza para saber qué cantidad de oxígeno requieren los microorganismos para oxidar la materia orgánica que se encuentra en el agua.
- DQO: Es un tipo de variable escala, esta variable se utiliza para saber qué cantidad de sustancias son susceptibles para ser oxidadas por un medio químico.
- Relación  $\text{DBO}_5/\text{DQO}$ : Es un tipo de variable escala, y muestra la relación que existe entre la  $\text{DBO}_5/\text{DQO}$ .
- Biodegradabilidad: Esta variable es de tipo categórica, muestra según la relación que hay entre la  $\text{DBO}_5/\text{DQO}$  que tipo de biodegradabilidad tienen las aguas residuales hospitalarias.
- Tipo de tratamiento: Es una variable de tipo categórica. En este espacio se da a conocer la clase

de tratamiento que se debe aplicar a las aguas residuales hospitalarias según el tipo de biodegradabilidad.

- pH: Esta variable es de tipo continua, maneja un rango de 0 a 14.
- Tipo de bacteria: Esta variable es de tipo nominal, muestra algunas de las bacterias que son encontradas en las aguas residuales hospitalarias.
- Medicamentos a los que son resistentes: Esta

variable es de tipo nominal, muestra los medicamentos a los que son resistentes las bacterias.

La última fase es el análisis, la cual se llevó a cabo por medio de Excel en la cual se utilizaron los resultados obtenidos para crear tablas dinámicas las cuales permiten la combinación de las variables y de allí se obtuvieron gráficos que permiten el análisis de la información obtenida.

## 4. RESULTADOS

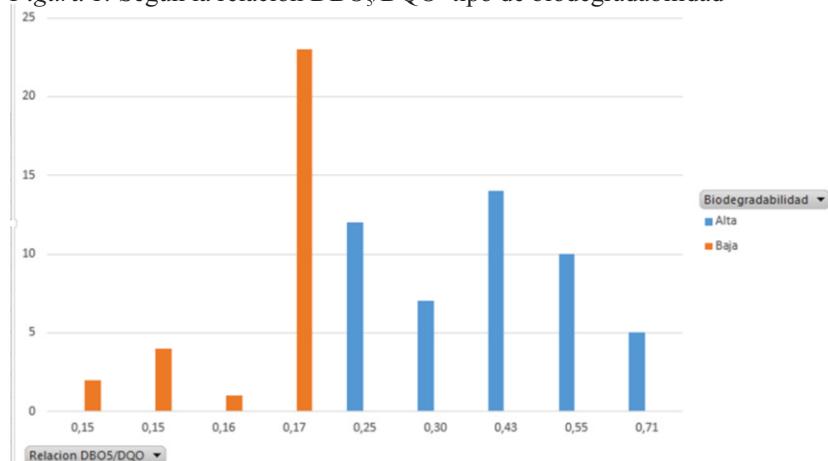
La tabla 1 muestra la relación  $DBO_5/DQO$  la cual dependiendo del resultado indica si la biodegradabilidad es baja o por el contrario es alta.

Tabla 1. Segundo la relación  $DBO_5/DQO$  tipo de biodegradabilidad

Relación $DBO_5/DQO$	Alta	Baja	Total general
0,15		2	2
0,15		4	4
0,16		1	1
0,17		23	23
0,25	12		12
0,30	7		7
0,43	14		14
0,55	10		10
0,71	5		5
<b>Total general</b>	<b>48</b>	<b>30</b>	<b>78</b>

Fuente. Los Autores

Figura 1. Segundo la relación  $DBO_5/DQO$  tipo de biodegradabilidad



Fuente. Los Autores

En el gráfico anterior se observa que los valores de las relaciones DBO<sub>5</sub>/DQO que dan menores a 0.2 tienen una biodegradabilidad baja y los valores de las mismas que dan mayores a 2 tienen una biodegradabilidad alta.

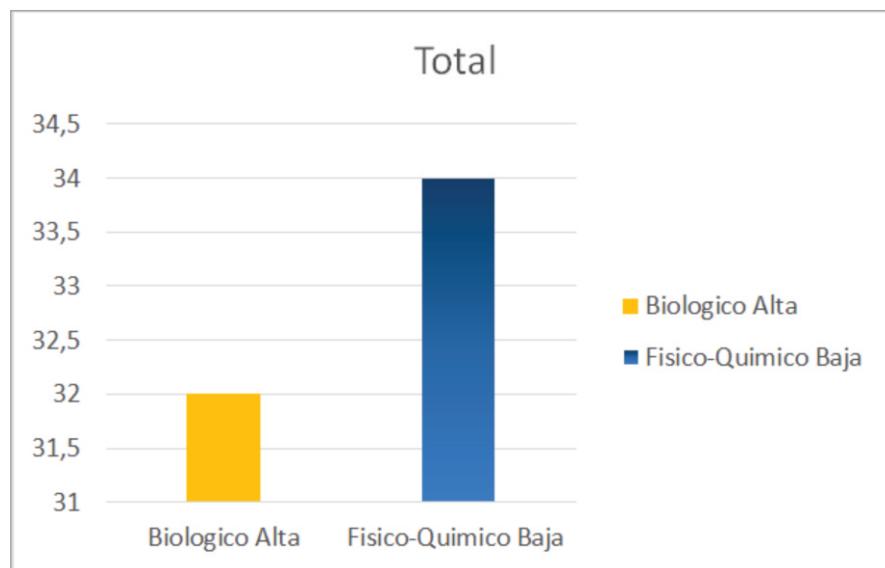
La Tabla 2 indica, de acuerdo al resultado que arroja la relación DBO<sub>5</sub>/DQO ya sea biodegradabilidad baja o alta, qué tipo de tratamiento es el que se utiliza ya sea biológico o físico-químico.

Tabla 2. *Según el grado de biodegradabilidad que tratamiento se utiliza*

Etiquetas de fila	Biológico	Físico-Químico	Total general
Alta	32		32
Baja		34	34
<b>Total general</b>	<b>32</b>	<b>34</b>	<b>66</b>

Fuente. Los Autores

Figura 2. Porcentaje de biodegradabilidad y que tratamiento se utiliza.

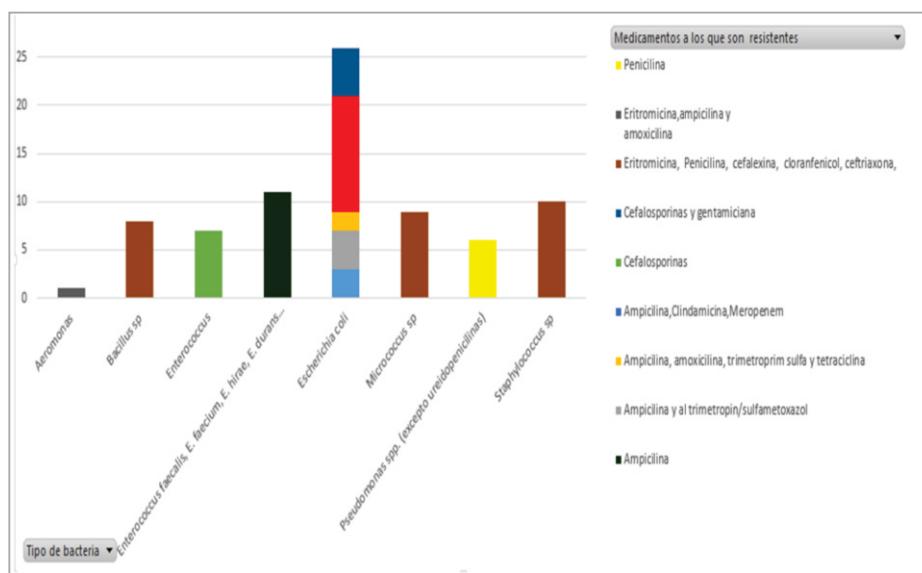


Fuente. Los Autores

De acuerdo al gráfico de barras se puede observar que es mayor el número de aguas residuales las cuales son de baja biodegradabilidad con un total de 34 y por lo tanto se

debe utilizar un tratamiento físico-químico, por otro lado se evidencian aguas de alta biodegradabilidad con un total de 32, en razón a lo anterior el tratamiento a seguir es biológico.

*Figura 3.* Tipo de bacterias y medicamentos a los que son resistentes



*Fuente.* Los Autores

En el gráfico anterior se puede observar algunas de las clases de bacterias las cuales están presentes en las aguas residuales hospitalarias y medicamentos a los que son

resistentes, también se puede apreciar que la bacteria Escherichia coli es la más encontrada en estas aguas y también la que resiste a mas tipos de medicamentos.

## 5. CONCLUSIONES

Al desarrollar la revisión bibliográfica se pudo concluir gracias a la información encontrada en los diferentes artículos que la aguas residuales hospitalarias en su mayoría tienen una biodegradabilidad baja por lo tanto en gran proporción de estas aguas es necesario utilizar tratamientos físico-químicos, por el contrario la proporción de aguas residuales hospitalarias con biodegradabilidad alta son menos y se establece para estos casos que se deben utilizar tratamientos biológicos.

También se pudo observar las diferentes bacterias presentes en estas aguas y los medicamentos a los cuales son resistentes, la mayoría de estos medicamentos son

antibióticos y la bacteria que es más común es la Escherichia coli ya que en la mayoría de los estudios que muestran los diferentes artículos está presente y también es la que resiste a mas tipos de medicamentos.

Se pudo conocer la caracterización de las aguas residuales de diferentes sitios hospitalarios y de esta manera poder compararlos para analizar qué tan contaminadas se encuentran estas aguas y cuáles pueden ser los tipos de tratamientos que se deben aplicar según el grado de contaminación, también se pudo apreciar cuales son los principales antibióticos que contienen dichas aguas y las bacterias que más se encuentran en estas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Tzoc, E., Arias, M. L., & Valiente, C. (2004). Efecto de las aguas residuales hospitalarias sobre los patrones de resistencia a antibióticos de Escherichia coli y Aeromonas sp. *Revista Biomédica*, 15(3), 165–172.
- Paz, M., Muzio, H., Gemini, V., Magdaleno, A., Rossi, S., Korol, S., & Moretton, J. (2004). Aguas residuales de un centro hospitalario de Buenos Aires, Argentina: características químicas, biológicas y toxicológicas. *Hig. Sanid. Ambient*, 4, 83–88.
- Rivera-Tapia, J. A., & Cedillo-Ramírez, L. (2005). Evaluación de la resistencia a antibióticos en enterobacterias aisladas de aguas contaminadas. *Revista Biomédica*, 16(2), 151–152.
- Guimarães, J. R., Ibáñez, J., Litter, M. I., & Pizarro, R. (2001). Desinfección de agua. *Eliminación de Contaminantes por Fotocatálisis Heterogénea*, 375–388.
- Grisales Penagos, D., Ortega López, J., & Rodriguez CHAPARRO, T. (2012). Remoción de la materia orgánica y toxicidad en aguas residuales hospitalarias aplicando ozono. *Dyna*, 79(173), 109–115.
- López, M. G., Prado, M. A., & Díaz, M. T. (s. f.). El tratamiento secundario de aguas residuales como mecanismo redistribuidor de genes de resistencia en bacterias: análisis y evaluación de riesgo.
- Barrera, D., Eduardo, C., & Gutiérrez Guerrero, F. F. (2014). *Tratamiento de agua residual hospitalaria previamente ozonizada utilizando un reactor anaerobio de lecho fijo* (B.S. thesis). Universidad Militar Nueva Granada.
- Alvariño, C. R. (2008). Aguas residuales generadas en hospitales Resumen. *Revista de Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 29(2), 56–60.
- Villamizar, C. A. A., & de Fonseca, A. E. (2011). Estudio preliminar de la presencia de compuestos emergentes en las aguas residuales del Hospital Universidad del Norte
- Quesada Peñate, I., Jáuregui Haza, U. J., Wilhelm, A.-M., & Delmas, H. (2009). Contaminación de las aguas con productos farmacéuticos. Estrategias para enfrentar la problemática. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 40(3).
- Ramos-Alvariño, C. (2013). Comportamiento de los indicadores sanitarios y ecotoxicológicos de las aguas residuales con trazas de medicamentos. *Revista Cubana de Química*, 25(2).
- Quesada-Peña, I. (2009). *Métodos no convencionales para el tratamiento de aguas contaminadas con productos farmacéuticos*. INPT.
- Eduardo, C., & Chaparro, T. R. (2014). Combinación de procesos de oxidación avanzada y procesos anaerobios para tratamiento de aguas residuales hospitalarias. *Afinidad*, 71(565).
- Velásquez Medina, D. F. (2014). *Desinfección de agua residual hospitalaria aplicando ozono, ozono/UV y UV* (B.S. thesis). Universidad Militar Nueva Granada.
- Alfonso, G., & Leonardo, E. (2017). Evaluación de la resistencia a la ampicilina, clindamicina y meropenem en escherichia coli presente en vertimientos provenientes del hospital de suba ii nivel ese en la ciudad de Bogotá.
- Cabrera, C. E., Gómez, R. F., & Zúñiga, A. E. (2007). La resistencia de bacterias a antibióticos, antisépticos y desinfectantes una manifestación de los mecanismos de supervivencia y adaptación. *Colombia médica*, 38(2).
- Martínez, A., Cruz, M., Veranes, O., Carballo, M. E., Salgado, I., Olivares, S., ... Rodríguez, D. (2010). Resistencia a antibióticos ya metales pesados en bacterias aisladas del río Almendares. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 41.
- Castañeda, R., López, G., Figueroa, R., Fuentes, Z., & José, L. (2009). Susceptibilidad a antibióticos de bacterias indicadoras de contaminación fecal aisladas de aguas y sedimentos marinos de playas de la Isla de Margarita, Venezuela.