

Diagnóstico de la situación actual de los residuales líquidos procedentes de hospitales seleccionados en La Habana (Cuba)

DIAGNOSIS OF THE CURRENT SITUATION OF HOSPITAL LIQUID WASTES IN LA HABANA (CUBA)

Miriam CONCEPCIÓN ROJAS¹, Marina T. TORRES RODRÍGUEZ¹, Daniel PALACIOS¹, José Antonio CEPERO², Sergio CHIROLES¹, María I. GONZÁLEZ GONZÁLEZ¹, Lenina MENOCA¹, Harilyn TAMAYO³, Agustín MARTÍNEZ⁴, Nelson GARCÍA⁵

¹ Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Infanta No. 1158 e/ Llinás y Clavel, Ciudad de La Habana. Cuba. Correo-e: miriamcr@infomed.sld.cu. ² Dirección Nacional de Salud Ambiental. La Habana (Cuba). ³ Centro de Química y Farmacia. La Habana (Cuba).

⁴ Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología de Ciudad de La Habana (Cuba).

⁵ Hospital Fructuoso Rodríguez. La Habana (Cuba).

RESUMEN

Introducción: Se realizó un diagnóstico de la situación de los residuales líquidos en hospitales seleccionados de Ciudad de la Habana. *Objetivos:* Diagnosticar la situación actual de los residuales líquidos procedentes de instituciones hospitalarias para su vigilancia y control. *Objetivos específicos:* -Realizar un levantamiento de las fuentes contaminantes en cada uno de los hospitales seleccionados; -Identificar los contaminantes constituyentes en los residuales líquidos por cada servicio en cada hospital; -Elaborar criterios higiénicos sanitarios para los residuales líquidos procedentes de instituciones hospitalarias. *Método:* El universo de estudio lo constituyen 39 hospitales. La muestra seleccionada fue de ocho hospitales, a cuatro de ellos les realizó una evaluación sanitaria que comprendió: muestreo físico-químico, microbiológico, parasitológico y toxicológico de cada punto seleccionado, lo que unido al diagnóstico permitió elaborar criterios higiénicos sanitarios para su vigilancia y control. En los restantes hospitales se realizó la identificación de riesgos y sustancias que se vierten en cada punto, mediante la aplicación de una encuesta. *Resultados.* La caracterización de los residuales líquidos muestra que el 64% corresponden a los desinfectantes, el 20% a productos químicos, 1,8% a productos de limpieza y el 14% a otros productos. Los niveles de bacterias coliformes fecales o termotolerantes superan los Límites Máximos Permisibles Promedio Geométrico del NMP de coliformes fecales en 100 mL del cuerpo receptor después del vertimiento de aguas residuales según la NC. Los resultados de los ensayos analíticos muestran que los sólidos sedimentables tienen valores que exceden la norma, altos niveles de DBO y DQO, que sobrepasa la concentración establecida en la NC; lo que denota la mezcla de residuales domésticos y residuales de origen químico, con altos niveles de conductividad. *Conclusiones.* Las herramientas utilizadas en el estudio permitieron realizar la caracterización de los residuales líquidos que se vierten en los hospitales seleccionados.

Palabras clave: Residuales líquidos hospitalarios, caracterización, evaluación sanitaria.

INTRODUCCIÓN

La problemática relacionada con los residuales líquidos provenientes de hospitales ha sido una

preocupación creciente internacionalmente, debido a que pueden constituir una fuente de propagación de enfermedades y riesgos ambientales por no contar con tratamientos adecuados. Es por ello que estos

problemas trascienden el campo técnico-sanitario e involucran aspectos sociales, económicos, políticos y ambientales, entre otros.¹

Tanto los residuos sólidos como los efluentes líquidos provenientes de centros hospitalarios representan un impacto sobre la salud pública cuya magnitud ha comenzado a evaluarse en los últimos años en ámbitos científicos.²

La composición de las aguas residuales procedentes de los centros de salud presenta fluctuaciones más o menos evidentes en su descarga a la red cloacal debido a la gran diversidad de sustancias químicas y materiales biológicos eliminados en los mismos, representando riesgo tanto para la salud humana como para el ambiente debido a los posibles efectos patogénicos de algunos microorganismos así como los efectos tóxicos de una gran variedad de sustancias químicas generadas en los centros hospitalarios. Los efluentes hospitalarios presentan un problema particular, al contener una mezcla de materia orgánica, antibióticos, antisépticos, detergentes, solventes y medicamentos, a los que se suman excretas y secreciones humanas contaminadas por diferentes tipos de patógenos.³

Al no hacerse una óptima gestión respecto de su disposición final, estos presentan un alto riesgo potencial para la salud humana y el ambiente en el agua superficial y subterránea, suelos, aire, medio biótico y calidad de vida; grandes cantidades de microorganismos patógenos contenidos en las heces, orina, vómito, sangre y secreciones son descargadas a los alcantarillados y luego a fuentes de agua.

Las mediciones ambientales proveen considerable información acerca de los niveles usualmente encontrados en diferentes medios. El monitoreo ambiental siempre es importante para identificar y controlar la fuente de exposición, las muestras ambientales proveen información de naturaleza ecológica.⁴

En este contexto la División de Apoyo Operacional en Salud Ambiental y el Centro Europeo de Salud Ambiental de la OMS, han formado un grupo internacional para estudiar el problema de los residuos en los centros de salud en países en desarrollo.⁵

Por una parte, las aguas residuales procedentes de los hospitales de la Ciudad no son tratadas in situ sino que son vertidas directamente a la red de alcantarillado y por la otra, un gran número de ellos se encuentran en procesos de remodelación, ampliación y reconstrucción de sus edificaciones lo cual nos ubica en una situación ventajosa de accionar en función de evitar el vertimiento inadecuado de residuales al ambiente, por esta razón nos propusimos el desarrollo de este estudio, con vistas a su vigilancia y control.

MATERIAL Y MÉTODOS

El universo de estudio lo constituyen los 39 hospitales con que cuenta la Ciudad de la Habana y la muestra seleccionada fue de ocho hospitales, selec-

cionándose a criterio de expertos. A cuatro de ellos se le realizó una evaluación sanitaria que comprendió: muestreo físico-químico, microbiológico, parasitológico y toxicológico de cada punto seleccionado, lo que unido al diagnóstico y aplicación de un cuestionario, permitió elaborar criterios higiénico sanitarios para su vigilancia y control. En los restantes cuatro hospitales se realizó la identificación de riesgos y sustancias que se vierten en cada punto, mediante la aplicación de la encuesta.

Se realizó un levantamiento físico de las edificaciones e instalaciones hidrosanitarias y un croquis de las fuentes contaminantes en los hospitales seleccionados. En la descripción de las instalaciones sanitarias se tuvo en cuenta: planos con que se cuenta (especificando escala), descripción de las instalaciones sanitarias en cada edificación u objeto de obra del hospital, caudales tentativos de descarga de residuales por edificación u objeto de obra del hospital.

Se seleccionaron los puntos de muestro en cada hospital que permitieron conocer tipo de contaminantes que se descargan a las líneas del alcantarillado y contaminación al ambiente que emiten las instalaciones sanitarias en sus edificaciones.

Para la identificación de los contaminantes presentes en los residuales líquidos por cada servicio en cada hospital se desarrolló un cuestionario, teniendo en cuenta lo planteado en el formato propuesto para el uso de sustancias químicas de la Guía de Hospitales, 2002 y la plantilla elaborada para el Programa de Vigilancia y Control de los Residuales líquidos por la Unidad Nacional de Salud Ambiental (UNAS) 1998, adecuándose a nuestros requerimientos y objetivos de estudio, el cual fue sometido a criterios del equipo de investigación y criterios de expertos. Este cuestionario permitió la recogida de la información sobre datos generales y específicos de cada hospital así como aspectos relacionados con la identificación de contaminantes por servicio, frecuencia de uso y disposición final. (Anexo 1).

Se realizó un estudio piloto para el ajuste del instrumento seleccionándose el hospital Miguel Enríquez, que no se encontraba dentro del estudio. Se elaboró un instructivo donde se describen la forma de recoger la información en cada uno de los diferentes ítems.

Se efectuó un encuentro-taller con el equipo de investigación y otros representantes de los hospitales seleccionados, encargados de la aplicación del cuestionario, para explicar la forma de ejecutar el instrumento según lo recomendado por el instructivo para la recogida de la información.

Se confeccionó una base de datos en SPSS con los resultados de la información recogida en los diferentes ítems del cuestionario aplicado en cada hospital.

Se impartió un curso de capacitación sobre el muestreo de aguas residuales, dirigido a técnicos y profesionales del equipo de investigación que están directamente relacionados con la toma y análisis de

muestras, para asegurar que tanto el personal encargado de recoger las muestras como el que las procesará, domine los requisitos para el desempeño de dichas actividades.

Determinación microbiológica, parasitológica, físico-química y toxicológica de los residuales líquidos de los dos hospitales seleccionados.

Para la toma de muestra se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

Debido a la variabilidad en la composición, caudal y concentración del líquido residual durante las diferentes horas del día, se tomaron muestras sucesivas de 2L extraídas con intervalos de 1 hora durante 8 horas de trabajo y en el horario de mayor funcionamiento del hospital y se mezclaron.

El resultado de la toma de muestra (20 litros) se homogenizó y se conservó a 4° C hasta su análisis. Este homogenizado se analizó desde el punto de vista:

- *Físico-químico*: Temperatura (°C), pH, sólidos sedimentables, conductividad (μ /cm), DBO (mg/L), oxígeno disuelto (mg/L), DQO (mg/L), fenoles (mg/L), detergentes (mg/L), N-total (mg/L), fósforo total (mg/L), acidez, arsénico (mg/L), cadmio (mg/L), cobre (mg/L), cromo total (mg/L), plomo (mg/L), zinc (mg/L).^{6,7}

- *Estudio parasitológico*: consistió en la determinación de huevos de helmintos según método Bailenguer⁸, determinándose el número de huevos de helmintos por litro de agua.⁹

- *Determinación de la toxicidad aguda de diferentes muestras ambientales*: La determinación ecotoxicológica se realizó según lo planteado por Dutka.¹⁰ Esta actividad se desarrolló utilizando el bioensayo de la prolongación de la raíz de un vegetal. Debido a la importancia que ha cobrado actualmente el empleo de los bioensayos con plantas en la identificación y control de los posibles tóxicos presentes en el ambiente por su sensibilidad y bajo costo, así como, su fácil adquisición, manipulación y almacenaje, utilizamos el ensayo de inhibición de la prolongación de la raíz de un vegetal, empleando semillas de *Lactuca sativa* L. variedad BSS utilizada en nuestros cultivos.

- *Indicadores bacterianos de contaminación*: La determinación en aguas (coliformes totales, termotolerantes) se realizó según APHA.⁷

La determinación cuantitativa de coliformes totales y fecales se realizó por la técnica de fermentación en tubos múltiples (NMP/100 mL).¹²

- *Determinación cualitativa de *Vibrio cholerae** por método de concentración por hisopo de Moore (Presencia/Ausencia).

La determinación de patógenos bacterianos (*Vibrio cholerae*) según OPS 1994,¹³ se analizaron los puntos que vierten directamente al alcantarillado de cada hospital, colocándose el hisopo 48 horas

antes del análisis y APHA, se informó por presencia y ausencia.

- La determinación de Indicadores virales de contaminación, ISO 9308-2: 1990¹⁴, se informaron los resultados en unidades formadores de colonias (UFC).

- Para la determinación microbiológica (coliformes totales, termotolerantes y colifagos) se analizaron muestras puntuales en tres horarios que correspondan a los de mayor Se realizó control de calidad por el laboratorio de Control de Calidad de Departamento.

Para la evaluación sanitaria en los hospitales seleccionados, se compararon los resultados de los análisis de las diferentes determinaciones con los valores reportados en la Norma Cubana NC-27, 1999, de Vertimiento de Aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado¹⁵ y la NC XX: 2003¹⁶ así como lo reportado en otros documentos, guías y directrices internacionales en relación a la prohibición o restricción de vertimiento de sustancias que puedan resultar peligrosas para la salud humana y el ambiente.

En la elaboración de criterios para la valoración higiénico sanitaria de los residuales líquidos procedentes de instituciones hospitalarias, que permita la vigilancia y control, se tuvo en cuenta el resultado del diagnóstico de los hospitales; levantamiento y aplicación del cuestionario y los resultados de las determinaciones físico-químicas, microbiológicas, parasitológicas y toxicológicas.

Los resultados de las determinaciones químicas, se expresan en mg/L. Los datos obtenidos de las concentraciones de los compuestos químicos se agruparon de acuerdo a la Norma Cubana de vertimientos¹⁶ y se muestran en tablas.

Se utilizan medidas de resumen, como la media y la mediana, para expresar las concentraciones de compuestos químicos en cada punto de muestreo. Para el procesamiento estadístico se empleó el programa SPSS.

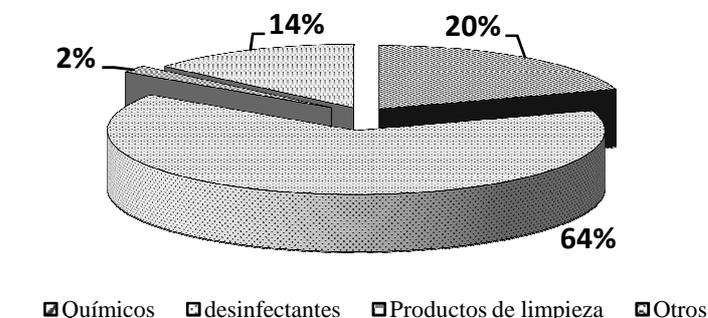
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó el levantamiento ingenieril de las instalaciones hidráulicas del cada hospital seleccionado, realizándose croquis y una propuesta de los puntos de muestreo.

La caracterización de los residuales líquidos según clasificación a través de los datos recogidos en el cuestionario muestra que el 64% corresponden a los Desinfectantes, el 20% a productos químicos, el 14% a otros productos y el 1,8% a productos de limpieza.

Como se puede apreciar en los hospitales estudiados se utilizan grandes volúmenes de soluciones desinfectantes para la eliminación de patógenos en superficies (pisos, paredes, etc.), instrumental médico y en la piel. El alcohol, los aldehídos y distintos compuestos clorados forman

Figura 1. Estimación de la generación de residuales líquidos, según clasificación.



Fuente: Encuesta

parte importante como principios activos de dichas soluciones. Si las concentraciones de desinfectantes descartadas son suficientemente altas, los efluentes hospitalarios pueden convertirse en reservorios para la selección de bacterias resistentes¹⁷.

Se destaca altos niveles de DBO y DQO, esto denota la mezcla de residuales domésticos y residuales de origen químico, lo cual se refleja además por los altos niveles de conductividad.

Como se puede apreciar en los hospitales estudiados se utilizan grandes volúmenes de soluciones desinfectantes para la eliminación de patógenos en superficies (pisos, paredes, etc.), instrumental médico y en la piel. El alcohol, los aldehídos y distintos compuestos clorados forman parte importante como principios activos de dichas soluciones. Si las concentraciones de desinfectantes descartadas son suficientemente altas, los efluentes hospitalarios pueden convertirse en reservorios para la selección de bacterias resistentes¹⁷.

Los resultados de los ensayos analíticos muestran que en algunos puntos de estudio, altos niveles de Fenol y de sólidos sedimentables con valores que exceden la norma, la DQO sobrepasa la concentración establecida en la NC.

Para el nitrógeno total, aunque no se encuentra un valor establecido para el vertimiento para aguas costeras, es importante señalar que las concentraciones presentan un valor elevado. De igual forma para el fósforo total y para el nitrógeno total respecto a la NC, es importante señalar que existen valores con un contenido altamente significativo.

Los resultados fisicoquímicos obtenidos por Paz y cols.¹⁸ en un estudio de aguas residuales realizado en un Centro Hospitalario de Buenos Aires, Argentina, difieren de los nuestros ya que sus resultados son similares e inferiores a los límites establecidos para descarga a colectora cloacal, según la normativa de su país.

Los efluentes hospitalarios actúan como una mezcla compleja de sustancias cuya actividad tóxica dependerá de las interacciones entre los diferentes componentes, resultando en un efecto sinérgico o antagónico. Se pudo constatar que concentraciones altas y bajas pueden ocasionar efectos adversos mientras que, concentraciones intermedias a bajas pueden ser estimuladoras, consideradas también como efecto biológico.

En todas las muestras analizadas en los hospitales estudiados los niveles de bacterias coliformes fecales o termotolerantes superan los Límites Máximos Permisibles Promedio Geométrico del NMP de coliformes fecales en 100 mL en el

cuerpo receptor después del vertimiento de aguas residuales según la clasificación del cuerpo receptor, que establece la NC TS 360:2044. No se encontró la presencia de *Vibrio cholerae* O1, en ninguna de las muestras. Estos resultados difieren de los obtenidos por Paz y cols., en Argentina donde el número de microorganismos viables, fue bajo, sin embargo coinciden con estudios realizados por Ferreira La Rosa y cols., (2000) y Kümmerer (2001), que reportan resultados similares.

CONCLUSIONES

- El mayor porcentaje de residuos líquidos que se vierten al alcantarillado, según la evaluación físico-química son desinfectantes y productos químicos, sin previo tratamiento.
- Se detectaron formas de dispersión de parásitos de importancia médica; estos hallazgos indican que desde el punto de vista parasitológico estas aguas constituyen un riesgo para la salud por lo que se debe controlar su correcta disposición.
- Los niveles de bacterias coliformes fecales o termotolerantes superan los Límites Máximos Permisibles Promedio Geométrico del NMP de coliformes fecales en 100 mL del cuerpo receptor después del vertimiento de aguas residuales, según la clasificación del cuerpo receptor, que establece la NC.
- Se aportan criterios actualizados para la evaluación higiénico sanitaria de los residuales líquidos procedentes de hospitales instituciones hospitalarias.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pruess A., Giroult E. y Rushbrook P. Safe management of wastes from health-care activities. The World Health Organization (WHO) Washington DC, 1998.

2. Bassi M.D. y Moretton J. Mutagenicity of antineoplastic drug residues treated in health care waste autoclave. *Bull. Environ. Contam. Toxicol* 2003. 71: 170-175.
3. Ortolan, M.G.S. Avaliação do efluente do Hospital de Clínicas de Pôrto Alegre: citotoxicidade, genotoxicidade, perfil microbiológico de bactérias mesofílicas e resistencia a antibióticos. Porto Alegre UFRGS. Dissertação de Mestrado- Faculdade de Agronomia. Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil, 1999: 115p
4. CEPIS. Programa Regional para la Promoción del Uso de Tecnologías Apropriadas en Saneamiento Básico. Plantas de Filtración Rápida (PFR). CEPIS, 2007.
5. EPA/600/3-88/029. Protocols for short term toxicity scree, 1989: 84-93.
6. NC 27:1999. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones.
7. American Public Health Association (APHA). Standard methods for the examination of water and wastewater. Edition 20th, Washington DC, 1998.
8. Berenguer G J. Manual de parasitología: Morfología y Biología de los parásitos. http://books.google.com/books?printsec=frontcover&id=XH4yn_OANn4C#v=onepage&q&f=false
9. Rachel M Ayres and D. Duncan Mara. Analysis of wastewater for use in agriculture. A laboratory manual of parasitological and bacteriological techniques, WHO, Geneva, 1996.
10. Dutka B.J. Methods for Microbiological and Toxicological Analysis of Waters Wastewaters and Sediments. Rivers Research Branch. National Water Research Institute (NWRI), Canada: Burlington, Ontario, Burlington, Ont. 1988.
11. Poi de Neiff A, Ramos A. [Sitio de Internet] 2001.[1p]. Utilización de bioensayos para el estudio ecotoxicológico de los ríos Salado y Negro (Chaco, Argentina). Disponible en <http://www.UNNE.edu.ar/cyt/2001/6-Biologicas/B-019.pdf>
12. NC 93-01-128: 1988. Determinación del número más probable de coliformes totales y fecales.
13. Organización Panamericana de la Salud. Métodos de laboratorio para el diagnóstico de *Vibrio cholerae*. CDC/NCID/OPS, Washington D.H, 1994.
14. ISO 9308-2: 1990. Water-quality -Detection and enumeration of coliform organisms, thermotolerant coliform organisms and presumptive *Escherichia coli*. Part 2: Multiple tube (most probable number) method.
15. NC-TS 360: 2004. Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas. Especificaciones.
16. Oficina Nacional de Normalización (NC) Norma cubana XX: 2003. Vertimiento de aguas residuales a las costas y aguas marinas – Especificaciones.
17. Nuñez, J. Moretton. Perfil microbiológico y resistencia bacteriana a desinfectantes en aguas residuales de hospital. *Hig. Sanid. Ambient.* 6: 197-201 (2006)
18. Paz M, Muzio H, Gemini V, Magdaleno A, Rossi S, Korol S, Moretton J. Aguas residuales de un Centro Hospitalario de Buenos Aires, Argentina. *Hig. Sanid. Ambient* 2004. 4: 83-88.
19. Tzoc E, Arias Echandi M. L., Valiente C. Efecto de las aguas residuales hospitalarias sobre los patrones de resistencia a antibióticos de *Escherichia coli* y *Aeromonas* sp. *Rev Biomed* 2004; 15(3): 165-172
20. Castillo, G. [Monografía en Internet]. 2004. Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas: estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. [Citado 20 de enero del 2007]: [1p]. Disponible en: web.idrc.ca/es/ev-66572-201-1-DO_TOPIC.html
21. Kwan, K.K. and B.J.Dutka, 1990. Simple two-step sediment extraction procedure for use in genotoxicity and toxicity bioassays. *Toxicity Assessment: An International Journal*, 5 :395-404
22. Ferreira La Rosa A.M., Moschem Tolfo A., Olinto Monteggia L., Nascimento de Almeida M.M., da Silva Ortolan M., Genro Bins M.J., de Almeida Bendati M.M. y Raya Rodriguez M.T. Gestao de efluentes de serviços de saúde em Porto Alegre. Anais XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre, Brasil, 2000.
23. Ciencia Desarrollo 1. cdr. [Sitio de Internet]. 2004. Aplicación de bioensayos en la medición de toxicidad por metales pesados en fuentes superficiales de agua para consumo humano. [1p]. Disponible en: <http://www.unjbg.edu.pe/coin/pdf/01011000700.pdf>.
24. Schelker Umweltberatung. Manejo de desechos líquidos Hospitalarios. Swisscontact – Bolivia, 2006.