

Dosificación de ozono y cloro al agua en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER) Tlalpan, D.F. México

Dr. Héctor Brust-Carmona, Joaquín Zarco-Rábago, Enrique Sánchez-Hernández, Alfredo Benitez, Ingrid Mascher.

Centro de Desarrollo y Aplicaciones Tecnológicas (CEDAT), Dirección General de Conservación y Mantenimiento; Coordinación General de Obras, Conservación y Equipamiento. Oficialía Mayor, Secretaría de Salud.

RESUMEN. La calidad de los servicios que proporciona una unidad hospitalaria está directamente relacionada con su infraestructura, por ejemplo, la potabilidad del agua. Múltiples factores, tanto externos como internos, hacen que el agua tenga contaminantes microbiológicos, siendo necesario incrementar las acciones que aseguren su potabilidad; tanto para los servicios como para el uso y consumo de pacientes y personal. Con este objetivo se evaluó el efecto de recubrir con una solución de plata coloidal al 3.2% las paredes y piso de la cisterna principal del INER y la dosificación de gases oxidantes, ozono y cloro generados en una celda MOGGOD-CEDAT. Estas dos acciones permitieron tener agua sin contaminación microbiológica con una concentración relativamente alta de cloro residual, con lo cual se pudo disminuir el número y frecuencia de horas de dosificación de ozono y cloro. El costo total de la inversión prorrateada en 6 años, vida útil mínima del equipo, más los gastos de operación representaron N\$ 195.84 al mes. El uso de estas tecnologías apropiadas deben conducir a una disminución de las infecciones nosocomiales y conferir mayor confiabilidad a las pruebas de los laboratorios clínicos.

Palabras clave: Agua potable intrahospitalaria, tecnología apropiada para desinfección del agua, generación de gases oxidantes ozono y cloro, potabilización del agua en hospitales, celda electrolítica MOGGOD-CEDAT

Las unidades hospitalarias son comunidades muy complejas que brindan atención a una gran variedad de personas. Para su correcto funcionamiento es indispensable contar con una adecuada infraestructura física en cuanto a servicios de electricidad, calderas, aparatos de clima artificial y agua potable. El agua, además de ser usada y consumida por el personal y los pacientes, es indispensable, en los servicios de laboratorio clínico, CEYE y diálisis, entre otros.

Es indudable que la calidad del agua es un factor primordial en el servicio de diálisis, tanto desde el punto de vista

SUMMARY. The quality of services provided by a hospital is directly related to its infrastructure. Good-quality-water supply is one of the most important assets for adequate health care. Multiple factors, both internal and external, can influence microbiologically into water pollution, hence it is of uttermost importance to assure the potability of water both for consumption as for its use in diverse services where the quality of water is crucial. Actions taken to reach this goal were to clean the water reservoir of the National Institute of Respiratory Diseases (INER, for its initials in Spanish) and to treat the surfaces with a 3.2% colloidal silver solution, installing thereafter, a MOGGOD-CEDAT system, which generates and dosifies oxidant gases, chlorine and ozone. These two actions were sufficient to provide the hospital with microbiological-pollutants-free water. Continuous monitoring of residual chlorine evidenced concentration high enough to disinfect the water; after a week, dosification of the oxidant gases was gradually reduced. At present dosification is done every third day and only for 2 hours. Bacteriological analyses of the water, using total cost divided by 6 years, which is the minimum useful life of the equipment, and the costs of operation, i.e. consumables, represented N\$ 195.84/month (USDls. 30.00). This is an appropriate technology of low cost and as demonstrated in the present paper are instrumental in decreasing water contamination, which, in turn, decreases intrahospital water-borne infections, and should aid to obtain more precise laboratory results, specially when water quality plays a role in the determinations.

Key words: Intrahospital water treatment, appropriate technologies for water disinfection, generation of oxidant gases, MOGGOD-CEDAT electrolytic cell.

físico-químico como bacteriológico;¹ así mismo para el laboratorio clínico ya que se ha demostrado que los resultados de los análisis, como por ejemplo glucosa y creatinina, se modifican de acuerdo a la calidad del agua.²

El consumo de agua en los hospitales es continuo durante las 24 horas del día, todos los días del año, por lo cual es fundamental mantener constante su potabilidad. De hecho, es necesario que los hospitales cuenten con servicios complementarios de tratamiento del agua que aseguren los nive-

Correspondencia:

Dr. Héctor Brust-Carmona
CEDAT-SSA, 7a C. de Fray Pedro de Gante # 50
Col. Sección XVI, Tlalpan México, D.F.
Tel. 655-08-45

les de alta calidad, disminuyan la presencia de partículas suspendidas y la dureza del agua que se surte en los autoclaves o en las calderas y, sobre todo, garantizar que el agua no contenga microorganismos. La calidad de la atención disminuye cuando en los hospitales se tiene agua contaminada con microorganismos, no sólo patógenos sino también saprófitos ya que en las condiciones de disminución de las defensas del organismo en las que se encuentran los enfermos, éstos pueden producir alteraciones importantes, incrementando las infecciones intrahospitalarias.³

Los sistemas municipales privados o estatales surten agua potable a los hospitales los 365 días del año. Sin embargo, cada día, es más difícil que dichos sistemas de tratamiento logren surtir y mantener a lo largo de las tuberías y almacenes internos la potabilidad del agua. Algunos de los factores que alteran el tratamiento del agua han sido descritos por Reiff.⁴ A esos factores "externos" se deben agregar problemas propios intrahospitalarios como son el tener varias cisternas y tanques elevados, tuberías muy largas, que por remodelaciones sucesivas han quedado con segmentos de tuberías "ciegas". Por otro lado, por razones de economía se colocan las tuberías de agua potable y de drenaje muy cerca una de otra, con el consiguiente riesgo de contaminación al ocurrir fugas.

El presente trabajo describe los cambios que se lograron en la calidad del agua en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias al limpiar y cubrir la cisterna principal de distribución de agua con un compuesto especial que contiene un coloide de plata y dosificar los gases oxidantes, ozono y cloro, generados por electrólisis en una celda tipo MOGGOD-CEDAT.

Material y método

Se procedió a vaciar la cisterna principal de abastecimiento de agua potable del INER, se lavó con abundante agua y detergente, se secó y después de unas 4-6 horas se aplicó un compuesto que contiene una solución de plata coloidal estabilizada al 3.2% (Microdyn^{MR}) tanto en el piso como en las paredes (163m²). Se dejó secar durante dos días. Posteriormente se llenó con el agua que surte la red de suministro de agua potable del Departamento del Distrito Federal.

Además, en la caseta de bombeo se instaló un equipo de desinfección del agua, integrado por una celda electrolítica de doble compartimiento, la cual por electrólisis entre una solución acuosa de cloruro de sodio (sal de cocina) y una de hidróxido de sodio genera gases oxidantes, ozono y cloro (MOGGOD-CEDAT). El voltaje continuo que se requiere para su funcionamiento es proporcionado por una fuente de poder AC/DC. Los gases oxidantes se dosifican por intermedio de la succión que se realiza en un tubo Venturi el cual se activa por el flujo que pasa en su interior al recircular el agua de la cisterna por medio de una bomba centrífuga. La celda electrolítica se prepara colocando, en el compartimiento A, agua hasta la marca correspondiente (51) y se agregan 1,500 g de sal de cocina, adquirida en una tienda de autoservicio en envase de plástico de 1.0 Kg. El compar-

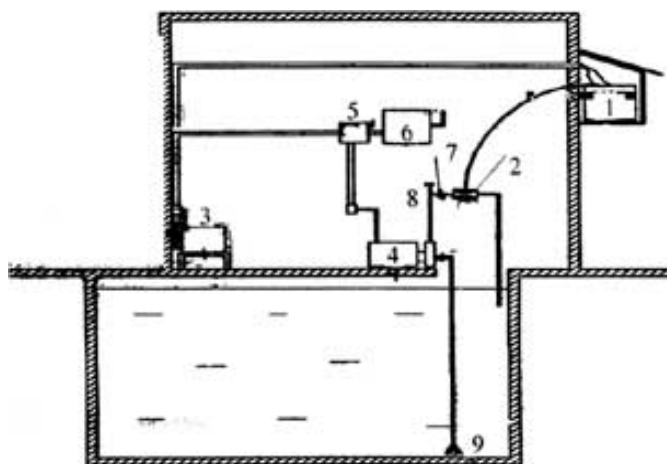


Figura 1. Esquema ilustrativo de la instalación del equipo MOGGOD-CEDAT.

- 1.- Celda electrolítica
- 2.- Tubo venturi
- 3.- Fuente de poder
- 4.- Bomba centrífuga
- 5.- Caja de brakers
- 6.- Tablero principal
- 7.- Tuerca unión
- 8.- Tapón capa
- 9.- Válvula check pichancha

timiento B se llena con agua y se le agregan 300 g de sosa cáustica. El voltaje de la fuente de poder se selecciona de manera que produzca una corriente de 10 amperios. La salida de los gases del compartimiento A se conecta por medio de una manguera al tubo Venturi. La figura 1 representa esquemáticamente los datos de la instalación.

Se seleccionaron como puntos de muestreo o áreas de control el agua de la misma cisterna y el agua recolectada en CEYE, quirófano, cocina y un baño del servicio de consulta externa. En las muestras, obtenidas dos veces por semana, se determinó la concentración de cloro residual por el procedimiento colorimétrico con ortotoluidina y comparación visual con los estándares de una reglilla especial. Se tomaron como bacterias indicadoras de contaminación bacteriológica la presencia de coliformes totales y fecales, determinadas por el procedimiento de filtración por membrana e incubación en los correspondientes medios especiales a temperaturas de 37 y 44° C, respectivamente.

Resultados

En los dos primeros días de muestreo, después de la instalación del equipo MOGGOD-CEDAT, se encontraron bacterias coliformes totales en las muestras de la cocina y del baño, mientras que únicamente un día (el primero o el segundo) se encontraron en el quirófano y en CEYE, respectivamente. A partir del tercer día en ninguna de las muestras, recolectadas en tres meses, se han vuelto a aislar unidades formadoras de colonias (UFC/L) de coliformes.

Las concentraciones de cloro residual fueron aumentando en forma muy importante en todas las áreas de control,

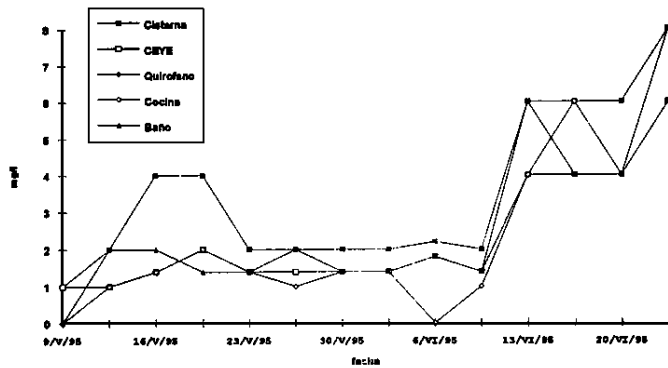


Figura 2. Concentración del cloro residual en los diferentes puntos de muestreo en las fechas indicadas.

de tal manera que el tiempo de funcionamiento de la celda, de tres horas diarias, se fue disminuyendo. En la figura 2 se representa la concentración de cloro residual en los diferentes puntos de control.

Como se nota en la gráfica se alcanzaron concentraciones de 4 mg/L en la cisterna, aunque en los servicios de referencia no fue así, inclusive en la cocina se tiene un día en el que se consume todo el cloro residual, lo que sugiere la presencia de un foco de contaminación que aparentemente fue abolido al persistir las altas concentraciones de cloro residual y ya en los últimos muestreos se alcanzó una concentración alta y constante, por lo cual se disminuyó todavía más el funcionamiento diario de la Celda MOGGOD-CEDAT, pasando a usarse únicamente una hora diaria o bien dos horas cada tercer día, dependiendo de la carga de trabajo del encargado del sistema, con un gasto de 1.5 kg de sal a la semana y 13.2 kW.

Discusión

Los resultados descritos claramente indican que los dos sistemas, solución de plata coloidal y dosificación de ozono y cloro, utilizados en la cisterna principal del Ins-

tituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, producen un tratamiento que garantiza el suministro de agua sin contaminación microbiológica en todo el INER a un costo relativamente bajo, ya que el recubrimiento con Microdyn^{MR} tuvo un precio de N\$ 1,242.00 y el costo del funcionamiento de la celda MOGGOD-CEDAT es de N\$ 9.00 a la semana. La inversión del equipo de desinfección, incluyendo su instalación fue de N\$ 10,267.00. Considerando que se amortice en 6 años (vida útil mínima del equipo y del Microdyn^{MR}) representa un costo de N\$ 1,918.16 al año más el costo anual de operación de N\$ 432.00 da un costo total de N\$ 2,350.16, representando un gasto de N\$ 195.84 al mes. En el momento que se logre la confianza del personal y acepten que el agua de las llaves es realmente potable, este gasto será menor al costo de los garrafones de agua que se consumen actualmente. La importancia de la acción de mantener el agua potable en todo el INER será aún mayor al correlacionar su efecto con una disminución de las infecciones intrahospitalarias.⁶

Referencias

1. Favero MS, Peterson NJ, Carson LA, Bond WW, Hindman NJ. Gram negative water bacteria in hemodialysis systems. Health Lab Sci 1975;12:321-328.
2. Highsmith AK. Water in health care facilities. En Architectural design and indoor microbial pollution. USA Oxford University Press, Inc. 1988:81-102.
3. Finnegan J, Pickering CA, Burge PS. The sick building syndrome: prevalence studies. Brit Med J 1984;289:1573-1575.
4. Reiff FM. Drinking-water improvement in the Americas with mixed oxidant gases generated on site for disinfection. Bol of Sanit Panam 1988;105(4):371-389.
5. Juárez-Mendoza J, Martínez-Rosales G, Días-Sánchez J, Brust-Mascher E, Brust-Carmona H. Aplicación de un sistema de desinfección del agua en un hospital de la ciudad de México. Bol Sanit Panam 1992;112:406-412.
6. Ponce de León-Rosales S, García-García L, Volkow-Fernández P. Resultados iniciales de un programa de vigilancia de infecciones nosocomiales en los Institutos Nacionales de Salud. Salud Pública Méx 1986;28:583-592.