

APLICAÇÃO DAS RADIAÇÕES IONIZANTES NA DESINFECÇÃO DOS EFLUENTES DOMÉSTICOS E LODOS RESIDUAIS

Sueli Ivone Borrely^(*) e Arturo Colin Cruz^(**)

(*) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Caixa Postal 11049
São Paulo, SP, Brasil

(**) Universidade do Estado do México
150140 - Toluca, México

ABSTRACT

Due to the great environmental contamination it becomes necessary to improve wastewater treatment as well as to avoid chemical compounds addition. In this sense, this work considers an electron beam accelerator to disinfect domestic effluent and sludge. Irradiation doses between 2,0kGy and 5,0kGy for the first one, and 10,0kGy and 15,0kGy for the last one have been chosen.

INTRODUÇÃO

O comprometimento da qualidade das águas devido ao recebimento de esgotos e efluentes industriais tem exigido maior atenção da sociedade no cumprimento da legislação para proteção ambiental. Para garantir um tratamento de águas com alto grau de contaminação necessitam-se de tecnologias cada vez mais sofisticadas. Dessa necessidade tem se originado inúmeros trabalhos científicos, a partir da aplicação de tecnologias alternativas, que incluem fontes gama de radiação e aceleradores de elétrons, além de lâmpadas ultravioleta, como métodos desinfectantes para substituir a adição de cloro e garantir a desinfecção dos esgotos^[1,2].

Com o objetivo de verificar o grau de desinfecção de amostras de esgotos submetidas à radiação ionizante, este trabalho considera a aplicação de um acelerador industrial de elétrons para irradiar amostras de esgotos líquidos e lodo residual, quando estudaram-se várias doses e condições de irradiação.

DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

A fim de estudar o grau de desinfecção de amostras de esgotos submetidas à radiação ionizante, utilizou-se um acelerador de elétrons Dynamitron II, da Radiation Dynamics Inc, instalado no IPEN, para irradiar amostras de esgotos doméstico bruto, EDB, sem tratamento prévio, e lodo residual digerido, LRD, produto do tratamento dos esgotos.

Coletaram-se as amostras em estações de tratamento de esgotos do estado de São Paulo. A coleta, transporte, irradiações, e análises microbiológicas eram processadas em período de tempo inferior a oito horas, a partir da coleta, que seguiu, rigorosamente, as normas de assepsia e manuseio para evitar contaminações.

Condições de irradiações de EDB: Irradiaram-se as amostras em sistema “batch”, acondicionadas em forma pyrex, protegida com filme de PVC transparente. Fixaram-se a energia do feixe de elétrons em 1,4MeV, e a velocidade da bandeja em 6,72m/min. Variaram-se os valores de corrente conforme as doses desejadas, podendo-se observar pela tabela 1.

Analisaram-se as amostras EDB para as bactérias do grupo coliformes pela técnica dos tubos múltiplos^[3] e a desinfecção obtida verificou-se pela redução no número mais provável por 100ml de amostra, NMP/100ml, nas amostras tratadas com radiação. Estes resultados apresentam-se na figura 1.

TABELA 1 - Variação da corrente do feixe de elétrons em função da dose de radiação desejada.

| CORRENTE (mA) | DOSE (kGy) |
|------------------|---------------|
| 2,4 | 2,0 |
| 3,6 | 3,0 |
| 4,8 | 4,0 |
| 6,0 | 5,0 |

Condições de irradiações de LRD: Irradiaram-se as amostras em sistema “batch”, acondicionadas em forma pyrex, protegida com filme de PVC transparente. Com o objetivo de verificar a maior espessura da amostra a ser atingida pelo feixe de elétrons, variaram-se as espessuras das amostras, e, porisso, necessitou-se variar as energias do feixe de elétrons para garantir a dose absorvida em toda a camada da amostra. As energias e correntes utilizadas apresentam-se na tabela 2. A velocidade da bandeja que conduz a amostra sob o feixe de elétrons foi de 3,36m/min.

Nessas amostras analisaram-se as bactérias mesófilas aeróbias, pela contagem total de bactérias, cultura em placa de Petri com ágar nutriente, marca Difco, incubação a 36°C/48 horas, permitindo obter-se a quantificação das bactérias em unidades formadoras de colônias por ml de amostra, UFC/ml, dentre as quais podem ser encontrados organismos patogênicos e organismos mais resistentes à radiação. Os resultados constam da tabela 3.

TABELA 2 - Variação dos Parâmetros, Corrente do Feixe e Energia em Função da Espessura da Camada das Amostras para Doses de 10kGy e 15kGy.

| DOSE (10kGy) | | | DOSE (15kGy) | | |
|-----------------------------------|---------------|-----|-----------------------------------|---------------|-----|
| Energia e Espessura (MeV) (mm) | Corrente (mA) | | Energia e Espessura (MeV) (mm) | Corrente (mA) | |
| 0,720 | 1,0 | 3,7 | 0,714 | 1,0 | 5,5 |
| 0,965 | 1,8 | 4,4 | 0,958 | 1,8 | 6,6 |
| 1,355 | 3,3 | 5,3 | 1,340 | 3,3 | 7,9 |
| - | - | - | 1,50 | 4,5 | 8,4 |

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As doses entre 3,0kGy e 5,0kGy garantiram uma redução acima de 99% para as bactérias do grupo coliformes. Considerando que entre os coliformes totais, **series 1**, encontram-se as bactérias do gênero *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiela* e as *Escherichia coli*, estas últimas representando os coliformes fecais, **series 2**, pode-se concluir que as bactérias *Escherichia coli* mostraram-se mais sensíveis às doses de irradiação estudadas.

Como pode ser observado, doses de 3,0kGy garantem uma redução entre 3 a 4 ciclos logarítmicos para coliformes totais e fecais. Já a partir de 4,0kGy tem-se, praticamente, uma eliminação dos coliformes, sendo que para *Escherichia coli* com essa mesma dose, chegou-se ao limite de detecção do método, quando se considera que o NMP/100ml é menor que 2.

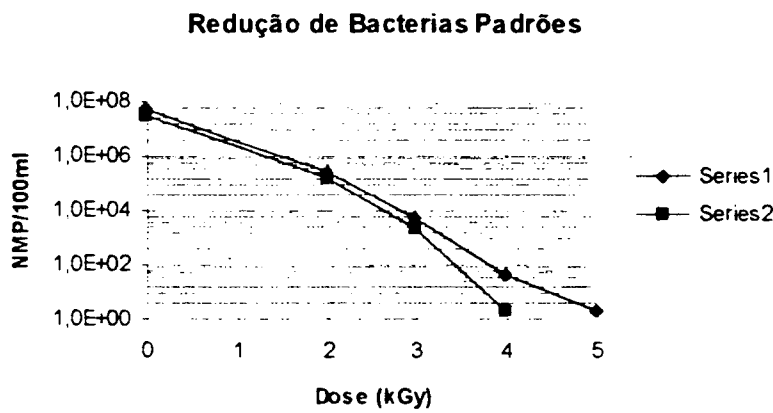


FIGURA 1 - Redução de Coliformes Totais e Fecais em Função de Doses de Irradiação, Aplicadas em Amostras de Esgoto Doméstico Bruto.

TABELA 3 - Redução do Número de Colônias Formadas em Função das Doses de Irradiação das Amostras LRD.

| | Dose (kGy) | Espessura (mm) | UFC/ml |
|-----------------------------------|------------|----------------|--------------------|
| Amostra LRD com 16,5% de sólidos | - | - | $2,6 \times 10^9$ |
| LRD Irradiado | 10,0 | 1,0 | $6,11 \times 10^5$ |
| LRD Irradiado | 10,0 | 1,85 | $5,25 \times 10^6$ |
| LRD Irradiado | 10,0 | 3,3 | $1,3 \times 10^6$ |
| Amostra LRD com 30,12% de sólidos | - | - | $4,1 \times 10^8$ |
| LRD Irradiado | 15,0 | 1,0 | <10 |
| LRD Irradiado | 15,0 | 1,85 | <10 |
| LRD Irradiado | 15,0 | 3,3 | <10 |
| LRD Irradiado | 15,0 | 4,5 | <10 |

Obtiveram-se para as amostras LRD uma contagem total de bactérias reduzida em 3 ciclos logarítmicos para a dose de 10,0kGy, enquanto a dose de 15,0kGy reduziu drasticamente a contaminação dessas mesmas amostras.

Torna-se importante lembrar que, embora não se pretenda atingir um grau de eliminação microbiana próximo à esterilização, é necessário atingir um certo grau de desinfecção que garanta a reciclagem desses produtos, pois o reuso das águas e aplicação do lodo na agricultura são fundamentais nos dias de hoje.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, ABES e WATER ENVIRONMENT FEDERATION, WEF. Tratamento e Destino Final do Lodo. II Seminário de Transferência de Tecnologia. 13 a 16 de dezembro, Rio de Janeiro, Brasil. 1993.
- [2] COLIN, C.A. 1994. Evaluación de Lodos Residuales. Tese de Mestrado, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- [3] AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Microbiological examination of water . In: Standard Methods of Examinaion of Water and Wastewater. 16 ed., Washington. APWA, AWWA, WPCF, 1985, p.827 - 1038.