

ESTUDO DA RADIODEGRADAÇÃO DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS ODORES E GEOSMINA E METILISOBORNIOL PRESENTES EM ÁGUA DO SISTEMA GUARAPIRANGA

Celina Lopes Duarte¹, Maureen K. Sakagami², Caetano A. Mautone², Maria Helena de Oliveira Sampa¹, Sueli I. Borrelly¹, Elizabeth S. Somessari¹

1 - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP
Av. Lineu Prestes 2.242
05508-900, São Paulo, SP, Brasil
clduarte@net.ipen.br

2 - Companhia de Saneamento Básico de São Paulo - SABESP -
Rua Conselheiro Saraiva, 519 CEP 02037 - São Paulo/SP

RESUMO

O comprometimento dos mananciais pelo lançamento de esgotos clandestinos e lixo, tem levado à proliferação de algas, que liberam compostos odoríferos, em algumas das represas que compõem o sistema de abastecimento público da Grande São Paulo, principalmente nas águas provenientes das represas Guarapiranga e Rio Grande. Os principais compostos orgânicos responsáveis pelo gosto e odor da água potável consumida em São Paulo são a geosmina (GEO) e o metilisoborniol (MIB). No presente trabalho foi avaliada a eficiência do tratamento com radiação gama na remoção da GEO e do MIB e na melhora da qualidade da água proveniente da represa de Guarapiranga. Para tanto, as amostras de água bruta e após tratamento, provenientes da Estação de Tratamento Alto da Boa Vista da SABESP, foram irradiadas com doses de 0,5kGy, 1,0kGy, 2,0kGy e 3,0kGy. A eficiência do processo foi avaliada pela análise destes compostos orgânicos por cromatografia a gás. A radiação se mostrou eficiente na degradação de GEO e MIB nas doses aplicadas

Keywords: drinking water, radiation processing, geosmine, methilisoborniol

I. INTRODUÇÃO

Em certas épocas do ano, principalmente no verão, podem ocorrer alterações no gosto e odor da água potável, provocadas pela proliferação de algas em algumas das represas que compõem o sistema de abastecimento público da Grande São Paulo. Isto ocorre principalmente nas águas provenientes das represas Guarapiranga e Rio Grande, em virtude do comprometimento desses mananciais pelo lançamento de esgotos clandestinos e lixo nas represas. Os principais compostos orgânicos responsáveis pelo gosto e odor da água potável consumida em São Paulo são a geosmina (GEO) e o metilisoborniol (MIB)(1).

Em busca de novas técnicas e alternativas para resolver a questão de gosto e odor na água, a Companhia de Saneamento Básico de São Paulo (SABESP), vem realizando estudos e projetos, inclusive com a ajuda de consultorias internacionais.

Desde 1977, a SABESP utiliza o carvão ativado na produção de água tratada, mas as florações de algas tornaram-se mais intensas comprometendo a eficiência de remoção dos compostos orgânicos odoríferos. Além disso, este processo de tratamento somente transfere o problema

da fase líquida para a sólida, pois estes compostos não são degradados e o carvão tem que ser armazenado ou descartado e em virtude das quantidades utilizadas, o torna um resíduo sólido de grandes proporções [1].

O uso dos Processos de Oxidação Avançada (POA) para remover contaminações por compostos orgânicos tem se tornado mais comum ultimamente. POA são os processos que envolvem a geração de radicais livres hidroxila (OH[•]) como intermediários reativos oxidantes com elevada capacidade de mineralizar compostos orgânicos. Entre estes processos destacam-se a utilização do ozônio, do peróxido de hidrogênio, da radiação ultravioleta (UV) e da radiação ionizante [2,3].

Nos últimos anos, alguns grupos interdisciplinares de cientistas têm estudado o efeito da irradiação na degradação de compostos orgânicos tóxicos em soluções aquosas. Um grupo que se destaca em estudos com água potável é o de Seisberdorf, Áustria, que tem concentrado seus estudos na degradação de trihalometanos, tricloroetileno e percloroetileno com radiação proveniente de feixe de elétrons [3,4].

O mecanismo de ação da radiação ionizante consiste na ionização e excitação de moléculas de água pela radiação levando à formação rápida (10^{-14} a 10^{-9} s) de

intermediários reativos redutores (e^-_{aq} , H^{\cdot}) e oxidantes (OH) Estes radicais interagem com compostos orgânicos levando a sua quebra em moléculas mais simples [3,4].

No presente trabalho foi avaliada a eficiência do tratamento com radiação gama na remoção da geosmina e do metilisoborniol e na melhora da qualidade da água proveniente da represa de Guarapiranga.

II. MÉTODO

As amostras de água provenientes da Estação de Tratamento de Água Alto da Boa Vista da SABESP (ETA-ABV), foram irradiadas com raios gama provenientes de uma fonte de ^{60}Co , tipo Gammacell, modelo 220, produzida pela Atomic Energy of Canada Ltda, do IPEN com doses de 0,5kGy, 1,0kGy, 1,5kGy, 2,0kGy e 3kGy.

Para avaliação da eficiência da técnica foram feitas irradiações em três tipos de amostras:

- água desmineralizada, acrescentada de concentrações conhecidas de GEO e MIB;
- água bruta, coletada na entrada da ETA, antes do tratamento convencional,
- água coletada após a decantação e
- água final, coletada após o tratamento na ETA.

A eficiência do processo foi avaliada pelas análises qualitativa e quantitativa dos compostos orgânicos presentes antes e após a irradiação. Estas análises foram realizadas no Cromatógrafo a Gás associado ao Espectrômetro de Massa GC-MS, modelo Saturno 3, da Varian Co., com sistema concentrador de amostra tipo "Purge in Trap", com extração por gás hélio e o volume utilizado para cada amostra foi de 25 mL.

As amostras da água bruta, não irradiadas e irradiadas com 0,5kGy e 1,0kGy, foram submetidas ao teste de toxicidade aguda com a bactéria marinha *Vibrio fischeri*, Teste Microtox[®], utilizando o protocolo do teste básico.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises quantitativas dos compostos orgânicos GEO e MIB nas amostras de água desmineralizada (AD) adicionadas de concentrações conhecidas destes compostos, antes e após a irradiação com doses diferentes, são apresentados na Tabela 1.

A avaliação da degradação dos compostos GEO e MIB em amostras simuladas de água foi feita como uma primeira etapa do trabalho, com o intuito de verificar se a radiação seria eficiente em uma água extremamente pura, livre de outros contaminantes e em concentrações baixas. Como os resultados foram muito promissores, pois uma dose de 0,5 kGy foi suficiente para remoção total dos

contaminantes, partiu-se então para os ensaios com amostras reais, provenientes da ETA-ABV.

TABELA 1- Variação da Concentração dos Compostos Orgânicos Odoferos com a Dose em Amostras Preparadas em Laboratório

DOSE (kGy)	GEO (ng.L ⁻¹)		MIB (ng.L ⁻¹)	
	AD1	AD2	AD1	AD2
0,0	113	89	91	78
0,5	<4	<4	<4	<4
1,0	<4	<4	<4	<4
1,5	<4	<4	<4	<4
2,0	<4	<4	<4	<4

AD=Água desmineralizada

As amostras da ETA-ABV foram enriquecidas com os compostos orgânicos de tal forma que fossem obtidas duas faixas de concentração, sendo uma próxima a 100 ng/L e outra próxima a 1000 ng/L. Desta forma, na Tabela 2 são apresentados os resultados das análises quantitativas dos compostos orgânicos GEO e MIB nas amostras bruta, após decantação e final, antes e após o processamento com doses diferentes de radiação.

TABELA 2 – Variação da Concentração dos Compostos Orgânicos Odoferos nos Diferentes Tipos de Amostras com as Diferentes Doses de Radiação

DOSE (kGy)	ÁGUA BRUTA		ÁGUA DECANTADA		ÁGUA FINAL	
	GEOSMINA (ng.L ⁻¹)					
0,0	160	860	960	88	800	88
0,5	120	106	134	<4	70	<4
1,0	135	40	20	<4	10	<4
2,0	80	18	<4	<4	<4	<4
3,0	<4	13	<4	<4	<4	<4
METILISOBORNIOL (ng.L ⁻¹)						
0,0	93	900	1130	89	930	45
0,5	15	194	204	<4	206	<4
1,0	13	56	56	<4	50	<4
2,0	13	22	<4	<4	<4	<4
3,0	7	5,6	<4	<4	<4	<4

Após a irradiação com ^{60}Co , todos os compostos apresentaram redução em sua concentração. Com uma dose de 0,5 kGy houve remoção total da GEO e MIB tanto na água desmineralizada, como nas amostras de água final e água decantada, quando a concentração inicial situou-se próximo a 100 ng/L.

No caso de amostras cujas concentrações iniciais situaram-se próximo a 1000 ng/L, foi necessário uma dose maior para se obter uma remoção superior a 90% tanto de GEO como de MIB. Nas amostras final e decantadas uma dose de 1,0 kGy foi suficiente para remover cerca de 99 %, enquanto que para a amostra bruta foi necessário uma dose maior (Figura 1).

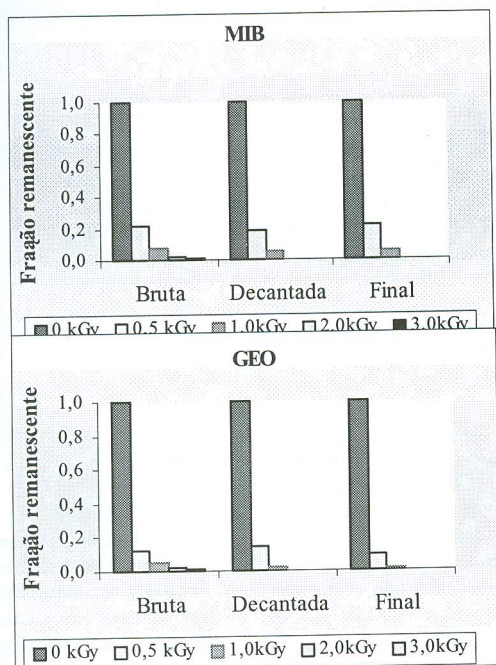


Figura 1 – Remoção dos Compostos Orgânicos Odoríficos nos Três Tipos de Amostras de Água nas concentrações de 1000 ng/L, com as Diferentes Doses de Radiação Aplicadas

Foram realizados testes de odor nas amostras de água desmineralizada, da ETE-ABV bruta e final, nas doses de 1,0 kGy e 2,0 kGy e os resultados são apresentados na Tabela 3. Através do painel sensorial verificou-se a mesma eficiência na remoção dos odores de terra e mofo, provenientes dos compostos MIB e GEO.

Os odores floral, plástico, rançoso e adocicado apresentados após a irradiação podem vir da degradação das substâncias orgânicas presentes nas amostras ou dos frascos de vidro e as tampas utilizadas no processo que seriam mais perceptíveis quando os odores mais intensos como terra, mofo e cloro são eliminados.

TABELA 3 – Testes de Odor das Diferentes Tipos de Amostras e nas Diferentes Doses de Radiação

TIPO DE	DOSE (kGy)		
	0,0	1,0	2,0
ÁGUA DESMINERALIZADA			
Terra	10		
Mofo	12		
Séptico			
Floral			
Rançoso		6	6
Peixe			
Cloro			
Plástico			
Queimado		6	
Adocicado			
ÁGUA FINAL			
Terra	4		
Mofo	4		
Séptico			
Floral		4	4
Rançoso		6	6
Peixe			
Cloro	10		
Plástico		6	6
Queimado			
Adocicado		6	4
ÁGUA BRUTA			
Terra	8	6	6
Mofo	8	8	6
Séptico	8	6	
Floral	4	8	
Rançoso		4	8
Peixe	8	6	6
Cloro			
Plástico			
Queimado			
Adocicado			

*Intensidade de odor: 2=Limiar, 4=Fraco, 6=Fraco a Moderado, 8=Moderado, 10=Moderado a Forte, 12=Forte

Não foi observada toxicidade aguda nos testes realizados nas amostras bruta, nem antes e nem após a irradiação, quando no Teste Microtox a concentração foi reduzida a 50 % para uma exposição de 15 minutos. A ausência de toxicidade aguda, principalmente quando foi aplicada a dose de 3 kGy, é importante para assegurar que nenhum composto tóxico foi formado com o processo de irradiação.

IV. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados demonstram a alta eficiência deste processo avançado de oxidação na remoção de substâncias odoríficas provenientes de floração de algas e na melhora na qualidade da água pela diminuição do sabor e odor característicos, sem formação

de outras substâncias tóxicas. Esta tecnologia apresenta-se como promissora na solução de um problema na água potável, que tem atingido grandes cidades no Brasil.

REFERÊNCIAS

- [1] AGESTADO. **Água potável**. INTERNET. 11/03/2002.
- [2] DUARTE, C.L.; SAMPA, M.H.O.; RELA, P.R.; OIKAWA, H.; C.G. SILVEIRA, A.L. AZEVEDO **Advanced Oxidation Process by Electron Beam Irradiation Induced Decomposition of Pollutants in Industrial Effluents**. Radiat. Phys. Chem., vol. 63, p. 647-651, 2002.
- [3] GEHRINGER, P.; ESCHWEILER, H.; FIEDLER, H. **Ozone-Electron Beam Treatment for Groundwater Remediation**. Radiat. Phys. Chem., vol. 46, p.1075-1078, 1995.
- [4] GETOFF, N. **Radiation and photoinduced degradation of pollutants in water. A comparative study**. Radiat. Phys. Chem., vol. 37, p.673-680, 1991.

ABSTRACT

The pollution of the reservoir by clandestine domestic wastewater and garbage has taken to the occurrence of alterations in the taste and odour of public drinking waters in São Paulo City. These changes are due to the seaweed proliferation in water from Great São Paulo Public System, composes mainly by Guarapiranga and Rio Grande. The main responsible organic composites for the taste and odour of consumed drinking waters are geosmine (GEO) and methylisoborniol (MIB). In the present work the efficiency of the treatment with gamma radiation on removal of GEO and MIB and for the improvement of the water quality, was evaluated. For this study it was used water samples from Water Treatment Plant of Alto Boa Vista - SABESP, that were irradiated with doses of 0,5 kGy, 1,0 kGy, 2,0 kGy and 3,0 kGy. The radiation showed be efficient on GEO and MIB removal, improving the water quality by decreasing the taste and odour.