

UM GERADOR DE OZÔNIO DE FÁCIL CONSTRUÇÃO

Maurício Gomes Constantino* e Edna Faria de Medeiros

*Departamento de Química — F.F.C.L. Rib. Preto/U.S.P.
Av. Bandeirantes, 3900; 14049 — Ribeirão Preto (SP).*

Recebido em 19/02/87; cópia revisada em 24/09/87

ABSTRACT

This paper describes the construction of an ozone generator for laboratory use. The generator can deliver up to 0,1m moles of O₃ per minute and instructions for making a more efficient unit are given. A favourable feature of the generator is its simplicity — all parts are easily obtained and are inexpensive.

INTRODUÇÃO

O gás ozônio é conhecido desde o século XIX¹ tendo sido usado inicialmente para identificar compostos insaturados. Posteriormente passou a ser utilizado industrialmente na purificação de água e a nível de laboratório como forte agente oxidante.

Pode-se obter ozônio por diferentes processos²: eletrólise de ácido sulfúrico ou perclórico, que sob certas condições libera alta concentração de ozônio juntamente com oxigênio no ânodo; o método fotoquímico pode ser utilizado quando pequenas quantidades de ozônio são suficientes; neste caso irradia-se oxigênio ou ar com luz ultravioleta de baixo comprimento de onda (menor que 2200Å). O processo mais utilizado baseia-se na ação de uma descarga elétrica sobre o ar ou oxigênio.

O processo da descarga elétrica consiste na aplicação de uma alta diferença de potencial (7000 a 15000V), alternada, entre 2 eletrodos separados por um isolante como o vidro; entre os eletrodos se passa um fluxo de ar ou oxigênio, que pela descarga elétrica silenciosa que ocorre transforma-se em ozônio.

Aparelhos geradores de ozônio (ozonizadores) para emprego em laboratório são facilmente construídos³ usando-se um tubo de Berthelot^{3,4} e um transformador de alta voltagem.

O ozonizador descrito a seguir foi feito adaptando-se um transformador para luminosos a neon, facilmente acessível no comércio especializado.

DESCRIÇÃO DO APARELHO

O tubo de Berthelot, parte central do ozonizador, é constituído de 2 tubos de vidro cilíndricos dispostos

concentricamente com um espaço anular de alguns milímetros por onde se passa o gás a ser ozonizado. Para melhores resultados o espaço anular deve ser bem uniforme. Utilizando tubos de vidro neutro (FIOLAX) foi construído um tubo de Berthelot com 350mm de comprimento; o tubo externo tem 34mm de diâmetro externo e 32mm de diâmetro interno; o tubo interno tem 28mm de diâmetro externo e 26mm de diâmetro interno. A utilização de vidro neutro é conveniente^{3,4} para se obter bons rendimentos de ozônio.

O tubo interno é preenchido com água destilada e fechado com uma rolha de cortiça. Uma barra cilíndrica de aço inox com 1/4 de polegada de diâmetro foi utilizada como eletrodo interno perfurando a rolha na posição central e se estendendo a pouca distância do fundo do tubo. À parte superior da barra soldou-se um fio condutor com isolamento para alta voltagem (em nosso caso foi utilizado um cabo para ligação de velas em motores de automóveis) que foi ligado a um dos terminais do secundário do transformador.

Uma grade de aço inox recobrimdo toda a superfície do tubo exterior foi usada como eletrodo externo e ligada à terra. A grade foi construída a partir de uma chapa de tamanho apropriado na qual foram perfurados quadrados com 1cm de lado e espaçados de 3mm entre si.

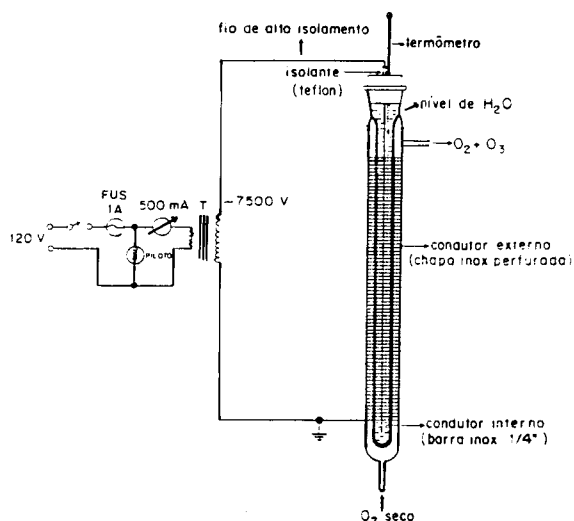
O esquema básico do ozonizador pode ser visto na figura 1 que mostra também o circuito elétrico empregado. Um amperímetro foi incluído no circuito primário para permitir a leitura da corrente consumida pelo aparelho (235 a 240mA).

Para obter a alta voltagem necessária utilizou-se um transformador para luminosos a neon da indústria eletromecânica Linsa de 7500V-30mA.

O tubo de Berthelot descrito acima foi instalado verticalmente numa caixa de alumínio de 65cm de altura, 40cm de largura e 31cm de profundidade apresentando perfurações nas laterais e na base da caixa para evitar acúmulo de ozônio. O transformador e o circuito elétrico também foram colocados dentro da caixa que foi, juntamente com o eletrodo externo (grade de inox), aterrada. No painel frontal colocou-se um visor que permite efetuar medidas de temperatura.

O uso de oxigênio proporciona uma quantidade maior de ozônio que o ar² sendo por esta razão preferi-

* Autor a quem deve ser enviada a correspondência



T: Transformador para luminoso a neon da Indústria Eletromecânica Linsa
Primário: 115V
Secundário: 7500V, 30 mA.

Figura 1 Esquema do ozonizador.

do em relação ao segundo. Parte do ozônio gerado pode ser decomposto por pequenas quantidades de água², tornando-se necessário passar o oxigênio por tubos secantes antes de sofrer a descarga elétrica. Assim o gás foi borbulhado, através de um espalhador de gás (que permite um fluxo mais uniforme), num frasco lavador de ácido sulfúrico, passando a seguir por uma torre contendo hidróxido de potássio e finalmente por uma torre com sílica gel.

Todas as diferentes partes do aparelho são ligadas através de tubos de polietileno, pois o ozônio ataca borrachas comuns².

Devido à toxicidade do gás ozônio o aparelho foi instalado na capela para seu uso.

OPERAÇÃO E DESEMPENHO

Uma série de fatores influenciam a quantidade e a concentração de ozônio gerada pelo ozonizador. Entre esses fatores tem-se a variação de temperatura, o fluxo de gás, a voltagem aplicada ao aparelho, etc. Para se obter medidas de concentração ou quantidades de ozônio que sejam reproduzíveis é necessário controlar cuidadosamente essas variáveis.

Inicialmente foi efetuado um estudo da variação da temperatura da água no tubo de Berthelot com o decorrer do tempo de funcionamento do aparelho. A figura 2 é o gráfico das medidas efetuadas. Observa-se um aumento inicial da temperatura inicial com tendência a estabilização após certo tempo.

Como o aparelho construído destina-se à oxidação de compostos orgânicos optou-se por estudar a quantidade de ozônio formada diretamente através de reação com

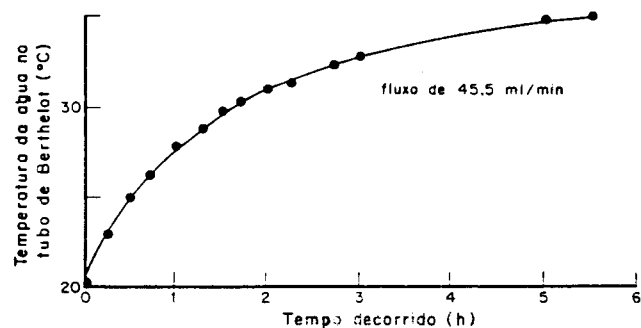


Figura 2. Curva de aquecimento do aparelho em condições normais de funcionamento.

ciclo-hexeno ao invés de empregar os métodos titulométricos usuais³.

Os experimentos realizados foram conduzidos da maneira descrita a seguir.

Passou-se oxigênio seco pelo aparelho sem aplicar a alta voltagem, ajustando-se o fluxo para o valor desejado; ligou-se o aparelho e deixou-se funcionar até que a água no tubo de Berthelot atingisse a temperatura de 22°C. Conectou-se então a saída do aparelho a um sistema contendo:

- Um frasco de reação, cilíndrico, com espalhador de gás de vidro sinterizado, previamente carregado com uma solução de ciclo-hexeno (1mmol) em metanol (20ml), resfriado a -78°C ;
- Um frasco indicador contendo solução a 5% de iodeto de potássio acidificada com ácido bórico, conectada à saída do frasco de reação;
- Um medidor de fluxo (bolhômetro).

O ozônio reage quantitativamente com o ciclo-hexeno; quando a reação termina, o ozônio em excesso provoca formação de iodo no frasco indicador, e a reação é considerada terminada; o tempo de reação, em conjunto com o fluxo de gás, fornece a concentração de O_3 ; a quantidade de O_3 é, naturalmente, a mesma que a do ciclo-hexeno utilizado (em mmoles). Não foi possível manter o fluxo rigorosamente constante durante os experimentos; as variações (inferiores a 10%) foram contornadas utilizando-se a média de várias medidas efetuadas ao longo do experimento.

A partir dos dados experimentais obtidos foi construído o gráfico da figura 3.

O perfil da curva de concentração de ozônio encontra-se de acordo com a literatura² e mostra que ocorre uma diminuição da concentração de ozônio com o aumento do fluxo de oxigênio. No caso do ozonizador presente a porcentagem (em número de moles) variou de 0,97 a 2,96 para o intervalo de fluxo medido.

O tempo necessário para produção de 1mmol de ozônio também é função do fluxo, e ficou entre 10 e 20 minutos para o mesmo intervalo de fluxo. Pode-se utilizar o aparelho para gerar até 10mmoles em períodos de 2 a 4 horas, quantidades apropriadas para trabalhos de laboratório.

No caso de maiores quantidades serem requeridas, pode-se ligar vários tubos de Berthelot em série. O

transformador utilizado é capaz de fornecer até 30mA no secundário, e apenas 4mA são utilizados em nosso único tubo de Bertholot. Outra maneira de aumentar a quantidade de ozônio gerado é aumentar a voltagem; neste caso seria necessário um outro transformador.

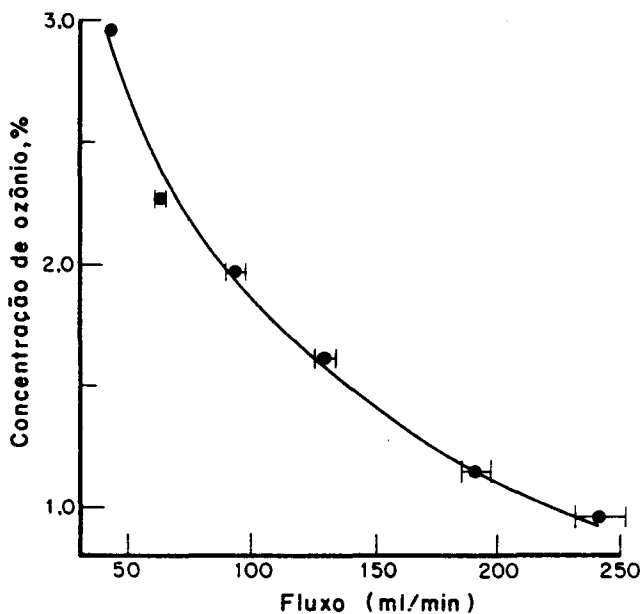


Figura 3 Concentração de ozônio (%) em função do fluxo.

CONCLUSÃO

O aparelho descrito é de fácil construção e utiliza peças facilmente encontradas no mercado especializado brasileiro. Seu desempenho é perfeitamente satisfatório para trabalhos comuns de laboratório e, através de modificações simples, pode ser adaptado para quantidades maiores.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e à FAPESP pelo apoio financeiro; ao Sr. Aparecido Ferreira da Silva e ao Sr. Odair Batistão pela execução de trabalhos técnicos na construção do aparelho.

REFERÊNCIAS

- 1 Bailey, P.S.; "Ozonation in Organic Chemistry"; Academic Press, New York (1978) Vol. 1.
- 2 Kirk, R.E.; Othmer, D.F.; "Encyclopedia of Chemical Technology", Interscience, New York. (1952) Vol. 9.
- 3 Smith, L.I.; Greenwood, F.L.; e Hudrlik, O.; "Organic Syntheses", J. Wiley, New York. (1955) Collective vol 3, p. 673.
- 4 Vogel, A.I.; "A Text Book of Practical Organic Chemistry", 3rd ed., Longman, London (1970).