

CONSTRUÇÃO DE UM SIMULADOR AMBIENTAL PARA ENVELHECIMENTO ACELERADO DE POLÍMEROS

Saron C*., Felisberti M. I. & Sanchez E. M. S.

Unicamp-Instituto de Química- Departamento de Físico-Química

C.P. 6154 CEP: 13083-970 Campinas-SP

saron@iqm.unicamp.br

Abstract

A problem normally found in experiments of accelerated fotooxidative aging of polymers is the unavailability of an equipment able to supply the conditions to the fotodegradation process. The cost of a commercial equipment can represent a hindrance to it aquisition. An alternative is the manufacture of an equipment, then the devices and materials involved in the manufacture are not complex.

This work describe the manufacture of a ambiental simulator to accelerated aging of polymers, following recommendations of standard practice ASTM G-53 to UVA lamps.

Resumo

Em ensaios de envelhecimento acelerado de polímeros através de radiações UV, uma exigência básica é a disponibilidade de um equipamento adequado para realizar o experimento. Por diversas razões, a aquisição deste equipamento nem sempre é possível, o que torna muitas vezes impossível a realização de pesquisas importantes na área de materiais poliméricos. Uma alternativa para este problema é construir o equipamento, uma vez que este não depende de mecanismos sofisticados para funcionar. Este trabalho descreve a construção detalhada de um destes equipamentos, seguindo recomendações da norma ASTM G53 para lâmpadas UVA.

Palavras-Chave: envelhecimento acelerado, fotodegradação, polímeros, ASTM G53

Introdução

Para a realização de ensaios de envelhecimento acelerado de polímeros através de radiações fotodegradativas, um obstáculo muitas vezes encontrado é a disponibilidade de um equipamento capaz de realizar esta tarefa. No mercado existem alguns modelos disponíveis, porém sua aquisição nem sempre é possível. Uma alternativa seria a construção do equipamento, uma vez que o aparato eletrônico envolvido em sua construção não é complexo.

Para a construção de um equipamento de envelhecimento acelerado vários parâmetros devem ser observados. Dentre eles destacam-se a lâmpada a ser utilizada como fonte radiação, a disponibilidade de materiais e mão-de-obra especializada para a execução do projeto.

A escolha da lâmpada é feita de acordo com o tipo de radiação a ser simulada para promover a degradação do material. Excetuando situações especiais de uso de materiais poliméricos, a principal fonte de radiação degradativa provém do Sol. Por esta razão, a lâmpada que mais se enquadra às exigências referente a radiação, é aquela cujo espectro mais se assemelha ao do Sol. No mercado a lâmpada que melhor desempenha este papel é a lâmpada de xenônio. A construção do equipamento de envelhecimento acelerado usando esta lâmpada é ditado pela norma ASTM G26.

Apesar do Sol emitir radiação em uma ampla faixa de comprimentos de onda, as responsáveis pelos principais processos degradativos são as mais energéticas, compreendidas na faixa de 280 a 400 nm. Por este motivo muitos experimentos são conduzidos usando lâmpadas que emitem espectro característico na região do UVA (315 a 400 nm) e UVB (280 a 315 nm). Neste caso a norma ASTM G53 sugere parâmetros para a construção do equipamento.

Toda a estrutura do equipamento deve ser feita de material resistente à corrosão e que não influencie e também não seja influenciado de nenhuma forma pelos processos fotoquímicos que ocorrem no interior do equipamento.

A qualidade da mão-de-obra utilizada para a confecção do aparelho é imprescindível, pois dela depende toda a execução do projeto.

A construção do presente equipamento seguiu os padrões sugeridos pela norma ASTM G53 utilizando lâmpadas com emissão característica UVA.

Experimental

Materiais

Com relação a fonte de radiações os critérios adotados para a escolha das lâmpadas foram: espectro (região UVA), custo, dimensões e potência. A lâmpada que melhor atendeu estas exigências foi a do fabricante Philips, modelo CLEO Performance 80W-R. Para minimizar os efeitos de diminuição de radiação em função da depreciação das lâmpadas foi feito o procedimento de rotação e troca destas conforme sugerido pela norma ASTM G53. A troca foi realizada em torno de 1500 horas de uso das lâmpadas, sendo que o critério adotado para se fazer o descarte foi a depreciação em aproximadamente 25%. Este tempo foi determinado a partir de medidas de emissão das lâmpadas em diferentes tempos de uso, realizadas em um espectrofluorímetro AMINCO, modelo SPF-500 CTM, a representação dos espectros em diferentes tempos de uso encontra-se na figura 7.

Além das lâmpadas, para a construção do equipamento foram utilizados os seguintes materiais:

- cantoneiras de ferro;
- lâminas de alumínio (3 x 1000 x 2000 mm);
- lâmina de aço inoxidável (3 x 1000 x 2000 mm);
- resistências blindadas para aquecimento d'água (750 W);
- termômetro de haste Scarceli (0-120 C°);
- termostato de bulbo (com manopla);
- termo-hidrômetro digital (Templac);
- programador de tempo, "timer" (RTM 220/60 Hz Coel);
- disjuntores (Gutter Hammar);
- amperímetros (Salcas 10 Å);
- contadores de tempo (horímetro) (Fritz Kubler Gmbrt);
- chaves de interrupção de circuito elétrico (CS-301-D MB1P1 com alavanca);
- reatores de partida rápida para lâmpadas fluorescentes (1116/127 HO Helfort);
- rodízios móveis e fixos (móveis e fixos);
- fios e cabos elétricos;
- dobradiças e trancas
- soquetes e suportes para lâmpadas fluorescentes;
- mini-exaustores

Construção

O modelo construído é dividido basicamente em três partes como representado na figura 1.

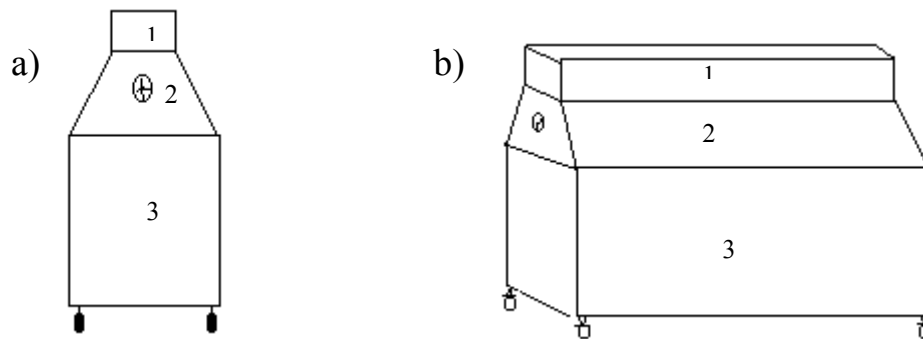


Figura 1: Simulador ambiental: a) vista frontal, b) vista lateral

A armação estrutural do equipamento é feita a de cantoneiras de ferro e o revestimento é feito com folhas de alumínio que são fixadas às cantoneiras por rebites. O alumínio é um material pouco susceptível à corrosão e não influencia nos processos de degradação promovidos pelo equipamento.

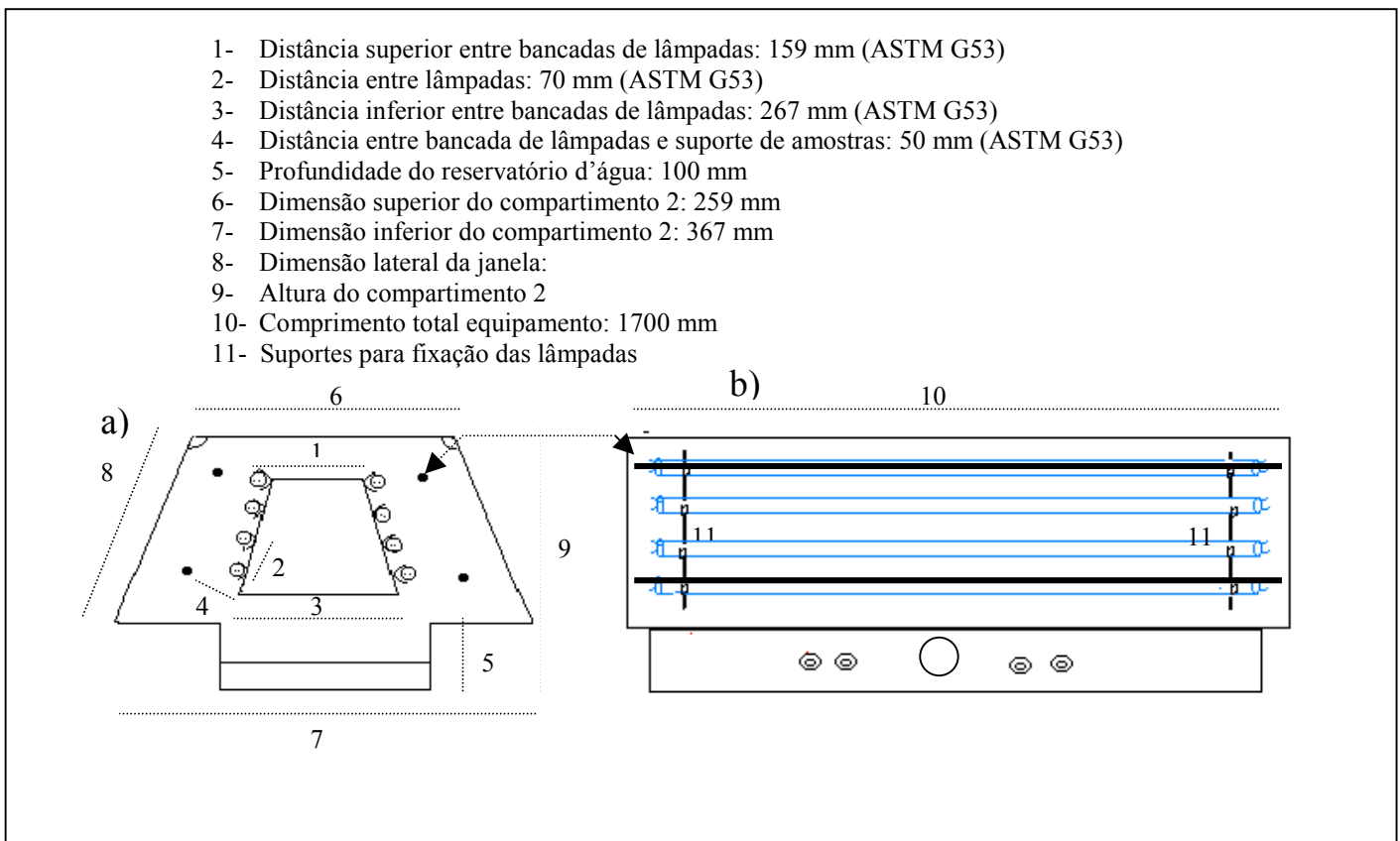


Figura 2: Compartimento 2: a) vista frontal interna, b) vista lateral interna

O compartimento 2 é a parte mais importante do equipamento, pois nele ficam situados o conjunto de lâmpadas, os suportes das amostras e o reservatório de água, usado nos ciclos de condensação que simulam condições de precipitações pluviométricas. As dimensões desta região são estipuladas pelo comprimento das lâmpadas, distâncias destas em relação ao suporte das amostras e distâncias de separação entre as lâmpadas. A figura 2 apresenta uma visão da parte interna desta região, as linhas tracejadas referem-se às medidas específicas.

O compartimento 1 é reservado para a instalação da parte elétrica e dispositivos eletrônicos necessários para o funcionamento do equipamento, as dimensões desta região são determinadas pelo comprimento do compartimento 2 e pela dimensões dos dispositivos instalados.

Os dispositivos instalados no compartimento 1 (figura 3) permitem que sejam realizadas as seguintes operações: ignição dos sistemas de lâmpadas, condensação e resfriamento, medição da corrente no circuitos das lâmpadas e do sistema de condensação-resfriamento, medição do tempo de operação dos sistemas de condensação e das lâmpadas, controle da temperatura do banho d'água, acionamento automático dos sistemas de condensação e resfriamento em intervalos de tempo pré-definidos e monitoramento das condições de temperatura e umidade relativa na região das amostras.

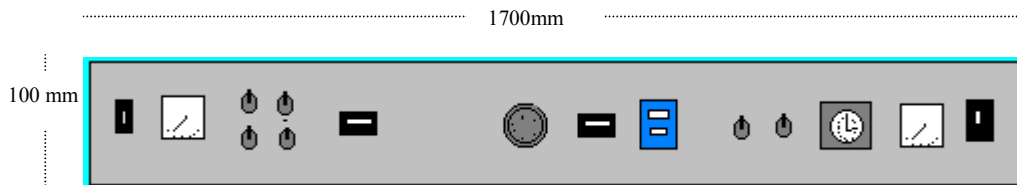


Figura 3: Vista frontal do compartimento 1.

O compartimento 3 representado na figura 4 é basicamente uma caixa, onde em seu interior, na parte superior, fica alojado o reservatório d'água.

Este compartimento aloja o mostrador do termômetro de haste Scarceli (0-120 °C), o sistema de nível e drenagem e parte externa do reservatório d'água. Tem também como função permitir que compartimento 2 fique situado a uma altura ideal para o manuseio das amostras e das lâmpadas. O espaço excedente deste compartimento, pode ser usado para guardar todo o material que constantemente é utilizado durante os ensaios, como: lâmpadas novas, suportes, etc.

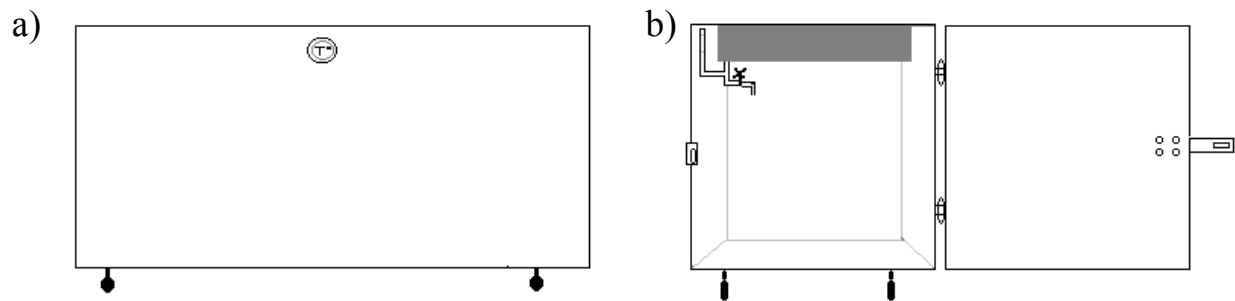


Figura 4: Compartimento 3: a) vista lateral externa, b) vista lateral interna

Na parte inferior externa estão situados os rodízios (dois móveis e dois fixos) necessários para o deslocamento do equipamento.

Resultados e discussões

Até o presente momento o equipamento foi utilizado no envelhecimento de blendas PPO/HIPS (Noryl) e dos respectivos componentes puros PPO e HIPS (Clodoaldo Saron, Mestrado em andamento, IQ-UNICAMP). Os resultados obtidos estão permitindo a realização de importantes estudos sobre a degradação destes materiais.

A partir da emissão média de radiação UVA no interior da câmara foi feita uma estimativa teórica do fator de aceleração de envelhecimento que o equipamento proporciona em relação ao envelhecimento natural. Este cálculo levou em consideração a intensidade média de radiação UVA que incide sobre a região de Campinas. Os dados de radiação UVA foram obtidos a partir de dados de irradiância total fornecidos pelo CEPAGRI-UNICAMP, considerando que a radiação UVA corresponde a 6% da irradiância total. Com base nestas considerações obteve-se uma estimativa de que o equipamento possui um fator de aceleração do envelhecimento em torno de 14 vezes em relação ao envelhecimento natural.

É importante lembrar que estes cálculos fornecem apenas uma estimativa do fator de aceleração, calculado apenas com base na radiação UVA que incide sobre as amostras e o envelhecimento natural representa um conjunto complexo de condições.

Uma comparação também é feita com resultados de resistência ao impacto da amostra de PPO envelhecida na Câmara de envelhecimento fotoquímico a temperatura de 25-35 °C com um ciclo de condensação de 2 h a cada 24 h de irradiação e dados de resistência ao impacto, obtidos da literatura (Narisawa *et al.*, 1994), desta amostra, envelhecida em um

equipamento com lâmpadas de Xenônio a 63°C com um tempo de *spray* de água de 18 minutos a cada 2 h de irradiação (figura 5).

Nestas condições o simulador ambiental promoveu uma razão de aceleração em torno de 2,5 vezes maior que a do equipamento da literatura.

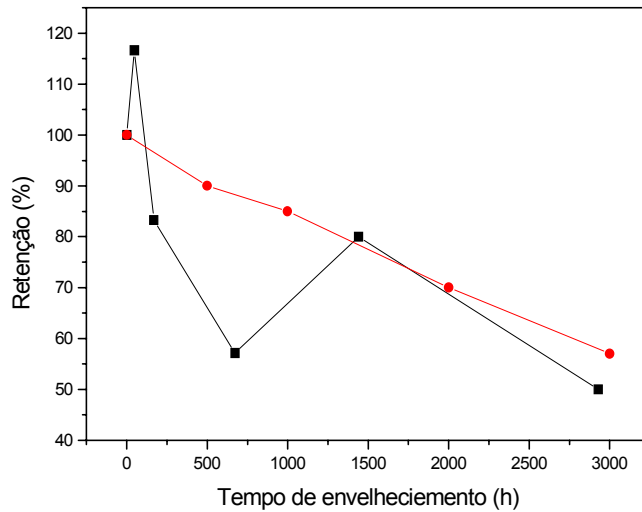


Figura 5: Resistência ao impacto do PPO: literatura (—●—) e Câmara de Envelhecimento Fotoquímico (—■—).

Em se tratando das lâmpadas, a confirmação do espectro foi feita a partir de medidas realizadas em um espectrofluorímetro AMINCO, modelo SPF-500 CTM, a representação do espectro encontra-se na figura 6.

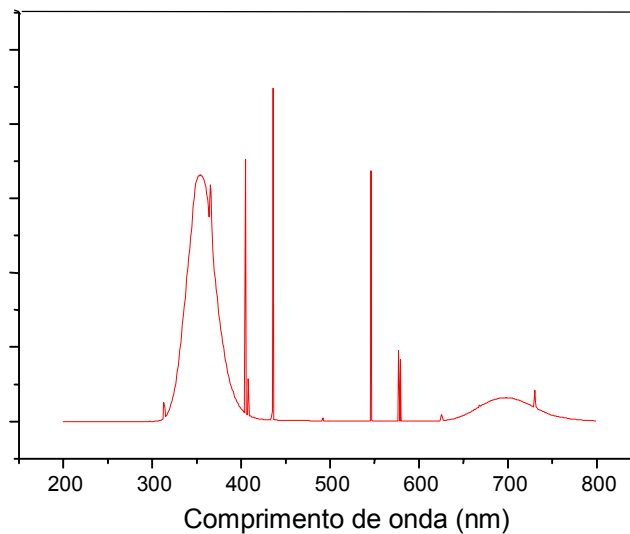


Figura 6: Espectro de emissão das lâmpadas CLEO Performance

Para avaliar a depreciação das lâmpadas para eventuais reposições, realizou-se medidas comparativas de espectros de emissão das lâmpadas em diferentes tempos de uso. A figura 7 ilustra esta comparação com espectros obtidos em três tempos de uso.

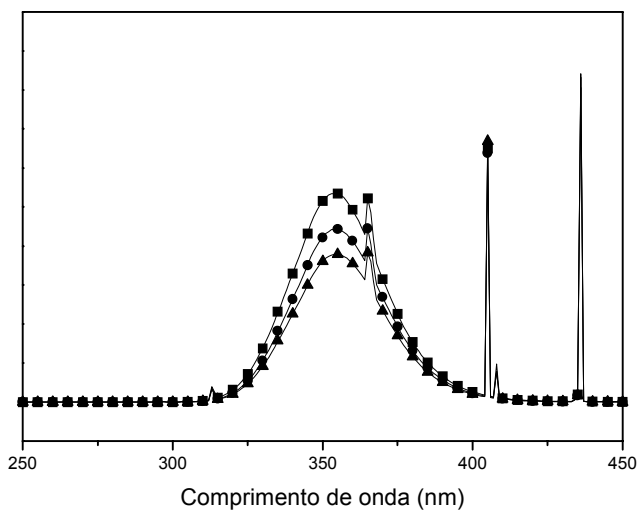


Figura 7: Espectros de emissão das lâmpadas CLEO Performance (região de 250 a 450 nm) em diferentes tempos de uso em horas: 0 (-■-), 764 (-●-) e 1448 (-▲-).

Verificou-se que em torno de 1500 horas de uso as lâmpadas tiveram uma depreciação em torno de 25 %.

Quanto ao custo, a construção do Simulador Ambiental representou uma forma econômica e eficiente de realização de envelhecimento fotoquímico acelerado de polímeros, pois o custo total da construção é inferior a 50 % do valor de aquisição de um modelo similar encontrado comercialmente. O custo de manutenção deste equipamento também é bem menor, uma vez que as lâmpadas CLEO Performance, principal responsável pelos gastos, são obtidas por um valor em torno de 1/5 a 1/6 do valor das lâmpadas utilizadas nos demais equipamentos. Pelo custo e simplicidade dos dispositivos empregados na construção do equipamento, a reposição destes por uma eventual fatalidade, não deverá representar um problema sério, pois estes são encontrados com facilidade no mercado de dispositivos eletrônicos.

Conclusões

Os resultados obtidos com materiais envelhecidos no equipamento mostraram uma eficiência muito boa deste, podendo perfeitamente ser utilizado em diversos experimentos que

envolvem estudos relativos à degradação de materiais poliméricos. Além do mais, os custos de construção e de manutenção do equipamento representam uma vantagem importante principalmente para projetos com escassez de recursos.

Agradecimentos

- À FAPESP (processos números 98/15445-6 e 99/03642-4), pelo suporte financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

- À GE Plastic South America, pelo fornecimento do material para a pesquisa.

Referências

Kryszewski M., Wandelt B., Birch D. J. S., Imhof R. E., Noth A. M. & Pethrick R. A.,
Polymer 1982; 23: 924-28.

Narisawa I. & Kuriyama T., Angew Makromol Chem 1994;216:87-99.

Pospíšil J., Horák Z., Kruliš Z. Nešpřek S. & Kuroda S., Polymer Degradation and
Stability 1999;65:405-14.

Rivaton A. & Gardette J. L., Angew Makromol Chem 1998;261/262:173-88.

Scoconi M. & Ghiglione C., Angew Makromol Chem 1997;252: 237-56.

Standard Practice ASTM G26, American Society for Testing and Materials, 1995.

Standard Practice ASTM G53, American Society for Testing and Materials, 1995.