

## AVALIAÇÃO DO EMPREGO DOS ADSORVENTES: CARVÃO ATIVO, CHROMOSORB W E MEMBRANA C<sub>18</sub> NA PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE AR PARA A DETERMINAÇÃO DE *D*-ALETRINA EM AMBIENTES FECHADOS.

K. B. S., PAIVA<sup>1</sup>; M. L. de MENEZES<sup>2</sup>

### Resumo

Os piretróides sintéticos são inseticidas amplamente utilizados para o controle de agentes patogênicos, desde a produção agrícola até a proteção da saúde humana, porém, apesar de suas inúmeras vantagens podem causar intoxicações em indivíduos potencialmente expostos a suas diversas apresentações. Amostras de ar foram coletadas pela geração da atmosfera padrão, onde a *d*-aletrina foi adsorvida em cartuchos contendo Carvão Ativo, Chromosorb W e/ou Membrana C<sub>18</sub>. As determinações das concentrações da *d*-aletrina foram efetuadas empregando um sistema de cromatografia gasosa. Os adsorventes Carvão ativo, Chromosorb W e Membrana C<sub>18</sub> apresentaram adsorções de 100,8%, 104,1 e 100,5%, com um desvio padrão relativo de 4,1, 7,5 e 7,9%, respectivamente. Coletou-se amostras de ar para a determinação da concentração da *d*-aletrina em diferentes ambientes fechados, em diferentes dias da semana, obtendo-se níveis de concentração de *d*-aletrina de 3,4., 8,5 e 12,7 µg.m<sup>3</sup>, respectivamente.

**Palavras-chave:** *d*-aletrina, atmosfera padrão, amostras de ar, adsorventes, piretróides.

### Introdução

Os piretróides sintéticos são inseticidas amplamente utilizados para o controle de agentes patogênicos, desde a produção agrícola até a proteção da saúde humana, porém, apesar de suas inúmeras vantagens podem causar intoxicações em indivíduos potencialmente expostos a suas diversas apresentações (espirais, *sprays* ou vaporizadores).

O piretro é um inseticida natural obtido da trituração das flores de algumas plantas pertencentes à família *Compositae*, gênero *Chrysanthemum* (*Pyrethrum*) e espécie

*cinerariaefolium*, um dos mais antigos inseticidas conhecidos pelo homem, sendo já utilizado na Mesopotâmia, muitos anos antes da era cristã. Por suas vantagens, os piretros, foram sintetizados e denominados piretróides e, o ácido crisantêmico foi o primeiro dos cinco componentes do éster natural a ser sintetizado. A síntese do ácido crisantêmico e das ciclopentalonas abriu novos caminhos para a obtenção de piretróides sintéticos, sendo a aletrina o principal piretróide sintético produzido comercialmente.

Os inseticidas piretróides são absorvidos pela pele, por inalação e pelo trato gastrointestinal, e com relação a sua ação tóxica, determinam

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Biológicas - Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências  
CEP 17033-360 - Bauru - São Paulo - Brasil

<sup>2</sup> Departamento de Química - Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências  
CEP 17033-360 - Bauru - São Paulo - Brasil

experimentalmente, em ratos, efeitos neurológicos, provavelmente de origem periférica, provocando um quadro de agressividade nos animais, com tremores e um estágio final de intoxicação consistindo de espasmos convulsivos, falta de coordenação e prostração. Estas intoxicações podem ocorrer com exposição a curto, médio ou longo prazo, crônico ou agudo, de caráter acidental ou intencional sendo que a velocidade e quantidade da absorção nas diferentes vias serão determinadas pelas propriedades físico-químicas do agente tóxico, da formulação empregada e por fatores fisiológicos e anatômicos do organismo atingido. A lipossolubilidade, juntamente com a natureza lipídica das membranas biológicas constituem os fatores mais importantes a serem considerados, assim como a presença de solventes em sua composição [7].

Alguns piretróides podem ter uma alta persistência em ambientes fechados, sendo assim faz-se necessário o desenvolvimento de uma metodologia analítica para a preparação e determinação destes compostos. Considerando-se que o piretróide *d*-aletrina é um compostos muito empregado na fabricação de espirais e *sprays*, de uso doméstico, é importante que seja desenvolvido uma nova **metodologia** analítica para efetuar o monitoramento deste inseticida em ambientes fechados.

#### **Considerações sobre os métodos analíticos para a determinação de pesticidas em amostras de ar.**

Para determinar a contaminação atmosférica por pesticidas muitos métodos analíticos empregam filtros e adsorventes sólidos para a amostragem de partículas e gás, simultaneamente [4]. Martinez Vidal e colaboradores [10] e Oepkemeiera [12] utilizaram vários adsorventes como: Chromosorb, Porapak, Superpal, resinas XAD-2, XAD-4 e PUF (resinas de poliuretanos), Tenax®, para a preparação de amostras de ar contendo os pesticidas organoclorados, organofosforados e piretróides [9]. O emprego da resina XAD-2 tem apresentado bons resultados para a preparação de amostras de ar contendo os pesticidas atrazina, dicamba e toxafeno [16].

#### **Considerações sobre os adsorventes empregados**

No desenvolvimento do método analítico foram empregados cartuchos contendo Carvão Ativo, Chromosorb W e Membrana C<sub>18</sub>. O Carvão Ativo é sintetizado a partir de madeira e vegetais, sendo uma forma quase grafitica de carbono, de partículas de tamanho pequeno; apresenta diversas funções tais como clareador, deodorizador, decolorizador e filtrador [1]. Como filtrador é amplamente utilizado na separação de alguns metais pesados [11], eficiente na adsorção de muitos pesticidas [19], e desempenha papel importante no tratamento de água [13]. Fisiologicamente o Carvão Ativo é recomendado para a descontaminação gastro-intestinal de venenos [8], diminui os efeitos de drogas no tratamento de overdose [17], inibe a ação de alguns fármacos no trato digestório [6] e, sua inalação clínica, aumenta a permeabilidade microvascular do pulmão [14].

O Chromosorb W é sintetizado a partir da fusão de carbonato de sódio e terra diatomácea (formada por 90% de sílica, algumas impurezas metais e microfósseis de diatomáceas – algas unicelulares microscópicas), a 900 °C. Após a fusão, o produto apresenta uma cor branca, devido a formação de um complexo incolor de silicato de sódio e ferro [18]. Este adsorvente é utilizado na separação de compostos polares, sendo quebradiço. É o melhor suporte inerte disponível no momento [5].

A Membrana C<sub>18</sub> é do tipo porosa e pode apresentar como meio filtrante o Nylon, PTFE, copolímeros acrílicos, polisulfona e acetato de celulose. Esta membrana é do tipo hidrófoba (filtra fluidos e ar) e largamente utilizada na indústria de produtos médicos e de laboratório para dispositivos de dosagem de remédios, filtros de seringas, protetores de transdutores e aplicações em separação de HPLC, uma vez que a faixa de porosidade disponíveis pelo fabricante varia de 0,02 a 5,0.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Materiais e reagentes**

Os solventes orgânicos: a acetonitrila, foi adquirido junto a Carlo Erba (Milão, Itália), acetona e n-hexano, foram adquiridos junto a Mallinckrodt (Kentucky, E.U.A.).

A Membrana C<sub>18</sub> foi adquirida junto a Varian Associates Inc. (Sunnyvale, CA, E.U.A.) e os adsorventes Carvão Ativo e Chromosorb W foram obtidos pela Merck (E. Merck, Darmstadt, Alemanha).

### Preparação da Curva Analítica

A solução padrão estoque foi preparada efetuando-se a diluição de uma solução padrão de *d*-aletrina, em uma concentração de 10,0 mg.L<sup>-1</sup>, preparada previamente em um balão volumétrico, dissolvendo-se 0,01 g de *d*-aletrina em 10,0 mL de acetona (grau HPLC). A curva de analítica foi obtida efetuando-se a diluição da solução estoque (10,0 mg.L<sup>-1</sup> de *d*-aletrina), obtendo-se uma solução com concentração de 100 µg.L<sup>-1</sup>. O sistema de cromatografia gasosa foi equipado com amostrador automático, o que permitiu a efetuar as injeções dos volumes de 0,5, 1,0 e 1,5 µL, obtendo uma curva analítica com concentrações de 50,0, 100,0 e 150,0 µg.L<sup>-1</sup>.

### Preparação dos Cartuchos com os Adsorventes

Os cartuchos, modelo Bond Elut C<sub>18</sub>, da Varian, contendo dois filtros, de PVC, foram preenchidos com 100 mg, de cada um dos adsorventes, Carvão Ativo e Chromosorb W. Um dos filtros porosos serve de apoio para a contenção do adsorvente sólido e, o outro, fixa a massa depositada, no interior do cartucho plástico. A Membrana C<sub>18</sub>, em forma de disco, foi cortada em discos menores de 0,5cm de diâmetro, para que se acople perfeitamente entre os dois filtros porosos. Todos os adsorventes tiveram seis cartuchos preparados.

### Geração de Atmosfera Padrão

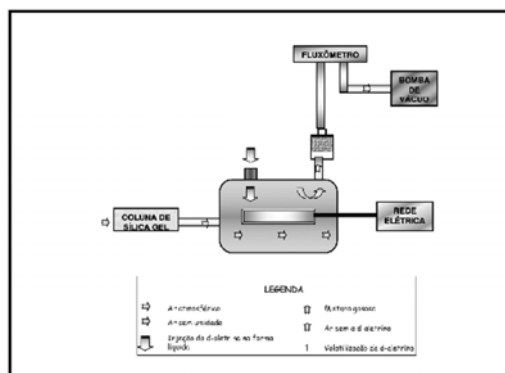
O desenvolvimento e avaliação de novos métodos analíticos para detecção e estimativa de impurezas do ar, necessitam de amostras gasosas contendo concentração conhecida de um ou mais componentes gasosos. As condições gerais previamente estabelecidas para produção de misturas gasosas padrão, exigem que as substâncias sejam estáveis, mantenha-se em concentração constante pelo período de tempo necessário para a sua utilização, deva ser

reprodutível e com elevado índice de exatidão e, de preferência simples, isto é, de fácil manuseio [2].

Na execução deste trabalho foi utilizado uma atmosfera padrão dinâmica a qual produz continuamente, mistura gasosa de concentração conhecida, a partir de um fluxo de gás que é continuamente contaminado pela geração controlada de um componente químico de interesse. O esquema básico para a produção da mistura padrão dinâmica é mostrado pelo fluxograma das Figuras 1 e 2.

### Ausência de Umidade do Ar

Esta atmosfera padrão foi gerada utilizando um sistema a vácuo, que apresenta um sistema de polietileno, contendo em seu interior, um aparelho elétrico convencional de pastilhas inseticidas (com placa cerâmica recoberta por uma superfície metálica). Em uma de suas extremidades foi instalada uma coluna de vidro contendo sílica gel, sulfato de sódio anidro e lã de vidro, para que não houvesse influência da umidade relativa do ar. Na outra extremidade, o cartucho, de cada um dos adsorventes em questão, foi instalado e conectado a um fluxômetro. Deste partiu uma conexão, via mangueira plástica, até a bomba de sucção a vácuo, que efetuou a aspiração do ar no sentido da coluna para a bomba. No aparato de polietileno, há um local para a injeção da solução de *d*-aletrina que se aloja sobre a superfície metálica, do aparelho elétrico. Este está ligado à rede elétrica, Figura 1.



**Figura 1.** Sistema para geração de atmosfera padrão na ausência de umidade

### Controle da Umidade do Ar

Esta atmosfera padrão apresenta os mesmos materiais descritos no anterior, mas a coluna de vidro foi retirada para que houvesse a presença de umidade do ar. Para controlar a temperatura e umidade relativa do ar acoplou-se, ao sistema, um monitor digital temperatura/umidade (Thermo-hygro), da Sigma-Aldrich, Figura 2.

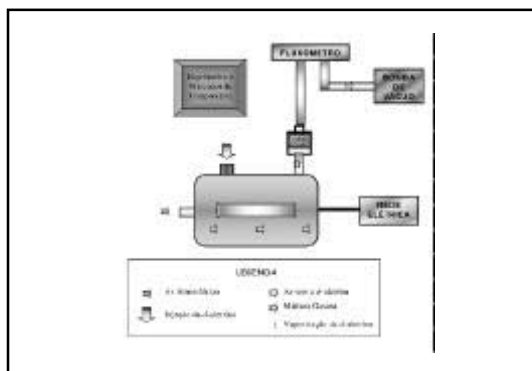


Figura 2. Sistema para geração de atmosfera padrão com controle de umidade.

### MÉTODOS

#### Avaliação dos Solventes para a Desorção da *d*-Aletrina

Aos cartuchos contendo os adsorventes (Carvão Ativo e Chromosorb W) e Membrana C<sub>18</sub> foram adicionados 10,0 µL de uma solução padrão contendo 2,5 mg.L<sup>-1</sup> de *d*-aletrina. Estes cartuchos foram submetidos a uma corrente de ar seco por 10 minutos. A eluição do referido piretróide foi efetuada com 10,0 mL dos seguintes solventes: *n*-hexano, acetona e acetonitrila. A membrana C<sub>18</sub> foi colocada em suporte de filtração adequado (cartucho vazio) e submetida ao mesmo tratamento com os solventes orgânicos.

#### Avaliação dos Adsorventes para a Adsorção de *d*-Aletrina na Ausência de Umidade

Um cartucho contendo o adsorvente Chromosorb W foi instalado no sistema de geração de atmosfera padrão, e ajustado a um fluxo de 1,5 L.min<sup>-1</sup> para a sucção do ar. Adicionou-se, ao

sistema, 10,0 µL de uma solução padrão contendo 10,0 µg.L<sup>-1</sup> do piretróide, sobre a superfície metálica do aparelho elétrico convencional.

Manteve-se a bomba de vácuo em funcionamento por 60 min. O mesmo procedimento foi efetuado para os demais cartuchos contendo os adsorventes Chromosorb W, Carvão Ativo e Membrana C<sub>18</sub>.

#### Avaliação dos Adsorventes para a Adsorção de *d*-Aletrina com o Controle da Umidade

Um cartucho contendo o adsorvente carvão ativo foi acoplado ao sistema de geração de atmosfera padrão, e ajustado a um fluxo de 1,5 L.min<sup>-1</sup> para a sucção do ar. Adicionou-se, ao sistema, 10,0 µL de uma solução padrão contendo 10,0 µg.L<sup>-1</sup> do piretróide, sobre a superfície metálica do aparelho elétrico convencional. Manteve-se a bomba de vácuo em funcionamento por 60 min. O mesmo procedimento foi efetuado para os demais cartuchos contendo os adsorventes Chromosorb W e membrana C<sub>18</sub>. A cada amostra registrou-se a temperatura e a umidade do ar através do monitor digital.

#### Extração da *d*-Aletrina Adsorvida nos Cartuchos de Amostragem

A extração da *d*-aletrina foi efetuada com o auxílio de um sistema Vac Elut, modelo SPS 21. Para a eluição da *d*-aletrina empregou-se 10 mL de acetona. Os extratos foram transferidos para um bequer e submetido a evaporação do solvente. A evaporação do solvente foi realizada em temperatura ambiente, mantendo-se um béquer contendo o extrato, em uma capela com exaustão. Após a evaporação da acetona, o resíduo sólido foi dissolvido em 1,0 mL de *n*-hexano. Um microlitro deste extrato foi injetado no sistema de cromatografia gasosa.

#### Condições Cromatográficas

A determinação da concentração da *d*-aletrina foi efetuada em um cromatógrafo gasoso modelo 3600 cx, da Varian, equipado com amostrador automático, detector de captura de elétrons (ECD) e uma coluna capilar DB-1 (25,0 m

x0,25 mm DI).

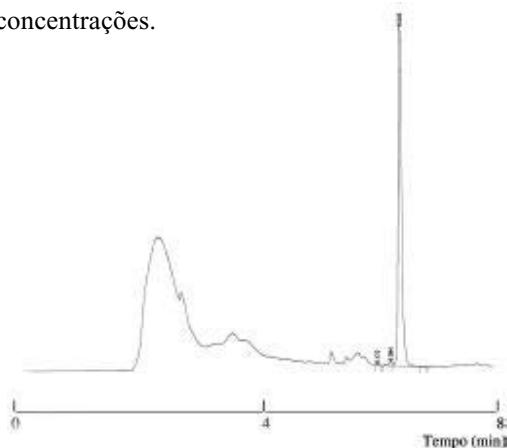
O gradiente de temperatura do forno foi programado da seguinte forma: início de 180 °C/min, 30 °C/min até 250 °C/3,0min, 30 °C/min até 280 °C/min. As temperaturas do injetor e do detector foram fixadas em 250 e 300 °C, respectivamente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O emprego da técnica da cromatografia gasosa utilizando o detector de captura de elétrons é uma metodologia adequada para efetuar a determinação da *d*-aletrina.

A Figura 3, apresenta o cromatograma obtido após a injeção de 1,0 µL de uma solução-padrão de *d*-aletrina contendo 25 µg.L<sup>-1</sup>. Observa-se que a *d*-aletrina é eluída da coluna cromatográfica com um tempo de retenção de 6,543 minutos.

Após a obtenção da otimização cromatográfica, determinou-se o limite de detecção de 0,01µg.L<sup>-1</sup> para a *d*-aletrina. Construiu-se uma curva analítica para a *d*-aletrina, injetando-se 0,5, 1,0 e 2,0 µL de uma solução-padrão de *d*-aletrina contendo uma concentração de 25,0 µg.L<sup>-1</sup>, cuja as concentrações injetadas foram de 12,5, 25,0 e 50,0 µg.L<sup>-1</sup> de *d*-aletrina. O coeficiente linear obtido foi de 0,9992, considerado excelente. Desta forma pode-se afirmar que a linearidade do detector mostrou-se satisfatória neste intervalo de concentrações.



**Figura 3.** Cromatograma obtido após a injeção de 1,0 µL de uma solução-padrão de *d*-aletrina contendo 25 µg.L<sup>-1</sup>. Observa-se que a *d*-aletrina é eluída da coluna cromatográfica com um tempo de retenção de 6,543 minutos.

## Avaliação dos solventes para a desorção da *d*-aletrina

De acordo com os valores apresentados nas Tabela 1, o solvente *n*-hexano mostrou ser o mais adequado para efetuar a eluição da *d*-aletrina adsorvida na membrana C<sub>18</sub>, comparando com os solventes acetonitrila e acetona. A *d*-aletrina adsorvida no cartucho de carvão ativo e de Chromosorb foi totalmente eluída empregando-se a acetona como solvente. Considerando-se os diferentes tipos de mecanismos de adsorção existentes entre a membrana C18 e os adsorventes Chromosorb e carvão ativo, justifica-se o emprego de dois solventes com polaridades bem diferentes. Na membrana C 18 , o mecanismo de adsorção é líquido-líquido, enquanto que nos adsorventes Chromosorb e carvão ativo o mecanismo de adsorção é líquido-sólido. Portanto, na membrana C 18 foi necessário o emprego de um solvente não-polar, para eluir completamente a *d*-aletrina. No caso do Chromosorb e do carvão ativo, há uma diferença de polaridade entre os sítios ativos do carvão (polar) e da *d*-aletrina (apolar). Desta forma, a acetona possui uma polaridade intermediária, promovendo uma maior interação entre os sítios ativos dos adsorvetes e da *d*-aletrina, eluindo-a totalmente destes adsorventes.

Adsorventes	Solventes								
	Hexano			Acetona			ACN		
	Rec <sup>1</sup>	(%)Ext <sup>2</sup>	DPR <sup>3</sup>	Rec <sup>1</sup>	(%)Ext	DPR <sup>3</sup>	Rec <sup>1</sup>	(%)Ext <sup>2</sup>	DPR <sup>3</sup>
Chromosorb	22,2	88,8	18,8	28,8	115,6	17,2	26,1	104,5	24,1
Carvão ativo	7,52	30,0	41,7	36,7	116,0	19,4	12,1	48,5	27,6
MembranaC <sub>18</sub>	23,0	92,1	36,1	16,5	66,0	2,8	15,2	60,8	11,5

1: Recuperação em µg.L<sup>-1</sup>; 2: Extração; 3: Desvio padrão relativo em (%).

**Tabela 1:** Avaliação dos solventes para a recuperação de 25µg da *d*-altrina adicionadas nos cartuchos de extração.

## Geração da atmosfera padrão

O sistema desenvolvido para a geração de uma atmosfera padrão da *d*-aletrina, mostrou-se muito eficiente, considerando-se que não houve perdas do composto em estudo, volatilizando-se totalmente a *d*-aletrina em apenas trinta minutos, permitindo efetuar as avaliações na presença e ausência de umidade. Cabe ressaltar que o sistema desenvolvido é simples, de baixo custo, de fácil operação e apresenta uma boa reprodutibilidade.

### Avaliação dos adsorventes com ausência de umidade

Os experimentos foram realizados adicionando-se 100 µg de *d*-aletrina no sistema de geração de atmosfera padrão, coletando-se o composto volátil nos respectivos cartuchos contendo os adsorventes. De acordo com os resultados obtidos e apresentados na Tabela 2, observou-se que os adsorventes avaliados são eficientes para a adsorção da *d*-aletrina.

Adsorventes	Atmosfera padrão(µg)	Adsorção (µg)	DPR(%)
Chromosorb	100	104,1	7,5
Carvão ativo	100	100,7	4,1
Membrana C <sub>18</sub>	100	100,5	7,9

**Tabela 2:** Avaliação dos adsorventes na ausência de umidade

Os adsorventes Carvão ativo, Chromosorb W e Membrana C<sub>18</sub> apresentaram adsorções de 100,8, 104,1 e 100,5%, com um desvio padrão relativo de 4,1, 7,5 e 7,9%, respectivamente.

### Avaliação dos adsorventes com controle de umidade

O sistema de geração de atmosfera padrão foi submetido a umidade do ar atmosférico. Os experimentos foram realizados com o monitoramento da umidade e temperatura do ambiente. Os ensaios foram efetuados adicionando-se 100µg de *d*-aletrina no sistema de geração da atmosfera padrão, coletando-se a *d*-aletrina nos respectivos cartuchos contendo os adsorventes. De acordo com resultados apresentados na Tabela 3, observou-se que o adsorvente Chromosorb W, sofreu menos influência da umidade do ar, comparando-se aos adsorventes Carvão ativo e Membrana C<sub>18</sub>, cuja a adsorção foi inferior em apenas 16,5%, comparadas a redução da adsorção em 47,5 e 43,6%, respectivamente para os adsorventes carvão ativo e membrana C<sub>18</sub>. Neste caso há uma competição entre as moléculas de água e da *d*-aletrina pelos sítios ativos do Carvão ativo e da Membrana C<sub>18</sub>. No Chromosorb W, por se tratar de um silicato, possui maior área superficial

Adsorventes	Atmosfera padrão(µg)	Umidade Rel. (%)	Adsorção (µg)	DPS(%)
Chromosorb	100	71,5 <sup>23,0 °C</sup>	83,6	9,4
Carvão ativo	100	69,5 <sup>22,5 °C</sup>	52,5	3,5
Membrana C <sub>18</sub>	100	70,0 <sup>22,5 °C</sup>	56,3	7,1

**Tabela 3:** Avaliação dos adsorventes com controle de umidade

### Aplicação do método analítico

Com o objetivo de aplicar o método analítico proposto, coletou-se amostras de ar contendo *d*-aletrina, adicionada inicialmente no ambiente, com o auxílio da queima de espirais, em dias diferentes e em diferentes condições climáticas. Considerando-se que o adsorvente Chromosorb W mostrou-se mais eficiente, comparado aos demais, optou-se por aplicar o método empregando apenas este adsorvente. Procedeu-se a coleta de 300 litros de amostra de ar, logo após a queima total de uma espiral. É importante ressaltar que uma espiral queima-se totalmente em sete horas. Após a determinação da concentração da *d*-aletrina em diferentes dias da semana e condições climáticas bem diferentes, obteve-se valores de 3,4, 8,5 e 12,7 µg.m<sup>3</sup> de *d*-aletrina, em umidades de relativas de ar controladas, em 70,1, 75,0 e 78,0% e temperaturas ambiente variando de 24 a 27 °C, respectivamente.

### Conclusões

O método proposto teve como principal objetivo otimizar uma metodologia analítica, para efetuar com segurança a coleta de amostra de ar de *d*-aletrina e otimizar também uma metodologia analítica para efetuar a sua determinação empregando a técnica de cromatografia gasosa. De acordo com os resultados obtidos, o adsorvente Chromosorb W mostrou-se o mais adequado para efetuar a coleta de amostra de ar, para a determinação de *d*-aletrina.

O sistema desenvolvido para efetuar a geração de atmosfera padrão de *d*-aletrina, mostrou-se muito eficiente, simples, reprodutível e de fácil operação, podendo ser utilizado para a geração de atmosfera padrão de diferentes compostos de fácil volatilização.

### Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPESP, pelo suporte financeiro, ao Instituto de Saúde do Trabalhador do Município de Bauru e ao CEATOX - UNESP, campus de Botucatu, pelo uso da infraestrutura necessária para a realização deste trabalho.

PAIVA, K. B. S.; MENEZES M. L. de. Evaluation of

the employment of adsorbents: active coal, chromosorb W and membrane C<sub>18</sub> in the preparation of samples of air for the d-aletrine determination in shut atmospheres. *Ecl. Quím.*, São Paulo, v. 28, p. , 2003.

---

### Abstract

The synthetic piretróides is thoroughly insecticide used for the control of agents patogênicos, from the agricultural production to the protection of the human health, even so, in spite of its countless advantages they can cause intoxications potentially in individuals exposed its several presentations. Samples of air were collected by the generation of the atmosphere pattern, where the d-aletrine was adsorbed in cartridges contends Active Coal, Chromosorb W and Membrane C<sub>18</sub>. The determinations of the concentrations were made using a system of gaseous chromatography. The adsorbents active Coal, Chromosorb W and Membrane C<sub>18</sub> presented adsorptions of 100.8., 104.1 and 100.5%, with a relative standard deviation of 4.1, 7.5 and 7.9%, respectively. After the determination of the concentration of the d-aletrine in different days of the week was obtained values of 3.4., 8.5 and 12.7 mg.m<sup>3</sup> of d-aletrine, respectively.

**Keywords:** d-aletrine, atmosphere pattern, air samples, adsorbents and piretroids.

---

### Referências bibliográficas

- [1] BUDAVARI, S. (Ed.). *The Merck index*. 12<sup>th</sup> ed. Whitehouse Station : Merck, 1996. p. 1859.
- [2] CARDOSO, A. A.; PITOMBO, L. R. M. Alguns métodos para preparação de misturas padrões de gases e vapores, *Quím. Nova*, v. 12, n. 2, 1989.
- [3] CIOLA, R. Introdução à cromatografia em fase gasosa, São Paulo : Edgard Blücher, 1973.
- [4] CLÉMENT, M.; ARZEL, S.; LE BOT, B.; SEUX, R.; MILLET, M. Adsorption/thermal desorption-GC/MS for the analysis of pesticides in the atmosphere. *Chemosphere*, v. 40, n.1, p. 49-56, 2000.
- [5] LANÇAS, F. M. Cromatografia em fase gasosa. São Carlos: *Acta*, 1993. p. 44.
- [6] LAPATTO REINILOUTO, O.; KIVISTO, K. T.; NEUVONEIN, P. J. Effect of activated charcoal alone or given after gastric lavage in reducing the absorption of diazepam, ibuprofen and citalopram. *Br. J. Clin. Pharmacol.*, v. 48, n.2, p. 148-153, 1999.
- [7] LARINI, L. Toxicologia dos pesticidas, , São Paulo: Manole, 1999, 28 p.
- [8] LAU, F. L. Emergency management of poisoning in Hong Kong. *Hong Kong Med. J.* v. 6, n. 3, p. 288-292, 2000.
- [9] LEIDY R. B.; WRIGHT, C. G. Trapping efficiency of selected adsorbents for various airborne pesticides. *J. Environ. Sci. Health. B*, v. 26, n. 4, p.367-382, 1991.
- [10] MARTÍNEZ VIDAL, J. L.; GONZÁLEZ, F. J.; GLASS, C. R.; MARTÍNEZ GALERA, M.; CASTRO CANO, M. L. Análisis of lindane,  $\alpha$ - and  $\beta$  - endosulfan and endosuefan sulfate in grenhouse air by gas chromatography. *J. Chromatogr. A*, v. 765, p. 99-108, 1997.
- [11] NDIOKWERE, C. L. The use of activated charcoal for preconcentration of trace heavy metals from river water in their analysis by thermal-neutron activation. *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, v. 19, n. 1, p. 1-10, 1984.
- [12] OEPKEMEIER, S.; SCHREIBER, S.; BREUER, D.; KEY, G.; KLEBOHMER, W. *Anal. Chim. Acta*, v. 393, n. 103, 1999.
- [13] SUDAHAKAR, Y., DIKSHIT, A. K. Adsorbent selection for endosulfan removal from water environment. *J. Environ. Sci. Health*, Part B, v.34B, n. 1, p. 97-118, 1999.
- [14] THOMAS, C. A.; BRADLEY, H. W.; FENG, X.; STEVEN, A. C.; DONNA, L. C. Aspiration of activated charcoal elicits and increase in lung microvascular permeability, *J. Toxicol. Clin.*, v. 37, n. 1, p. 9-16, 1999.
- [15] VARIAN'S chromatography and spectroscopy supplies catalog. [s.l.]: Varian, 2000.
- [16] WAITE, D. T.; CESSNA, J.; GURPRASAD, N. P.; BANNER, J. A new sampler for collecting separate dry and wet atmospheric depositions of trace organic chemicals. *Atmos. Environ.*, v. 33, p.1513-1523, 1999.
- [17] YEATES, P. J. A.; THOMAS, S. H. L. Effectiveness of delayed activated charcoal administration in simulated paracetamol (acetaminophen) overdose. *Br. J. Clin. Pharmacol.*, v. 49, n. 1, p. 11-14, 2000.
- [18] YANCEY, J. A. Guide to stationary phases for gas chromatography. 12nd ed. Analabís, 1988.
- [19] ZAMPIR, G. Water pollution by pest-controlling agents and the possibilities for their removal in surface water treatment stations, *Igiena*, v. 28, n. 9, p. 97-103, 1979.

Recebido em: 06/12/02  
Aceito em: 25/04/03