

# Análise de injeção em fluxo (FIA)

M. FILOMENA G.F.C. CAMÕES\*

A Análise de Injeção em Fluxo (FIA) consiste na injeção repetida de um pequeno volume de amostra num líquido transportador que, em condições hidrodinamicamente controladas, se desloca de forma contínua e não segmentada até um detector que acusará um sinal tendencialmente gaussiano. Durante o percurso, outros líquidos transportadores, reactivos ou não, podem eventualmente juntar-se ao primeiro, podendo a amostra ser submetida a toda uma gama de processos físico-químicos.

As operações postas em prática reflectem-se na maior ou menor dispersão da amostra no(s) líquido(s) transportador(es). O valor do coeficiente de dispersão definido em relação ao estado estacionário, depende das características da montagem experimental e constitui um critério de classificação para a técnica a ter em conta para as diferentes aplicações.

A técnica de FIA, pela sua simplicidade, elegância, rapidez, economia de reagentes, possibilidade de automatização e maior conteúdo de informação, encontrou rápido desenvolvimento e vasta aplicação laboratorial.

## PRINCÍPIOS DA ANÁLISE DE INJEÇÃO EM FLUXO

A expressão «Análise de Injeção em Fluxo (FIA)» foi usada a primeira vez em 1975 por Ruzicka e Hansen [1] para designar a operação que consistia em injectar uma solução/amostra num fluido em movimento que a conduzia a um detector, espectrofotométrico no caso de uma solução de fosfatos, ou potenciométrico no caso de uma solução amoniacal.

A primeira referência a este tipo de metodologia foi no entanto da autoria de Nagy *et al.* [2] que introduziram uma câmara de mistura no percurso da amostra, permitindo homogeneização rápida e completa da amostra injectada com o fluido transportador.

A análise por injeção em fluxo

consiste, na sua versão mais simples, na injeção repetida de um pequeno volume,  $V/\mu\text{l}$ , de uma solução de amostra num fluido em movimento; este líquido transportador, que se desloca de forma contínua,  $Q/\text{ml min}^{-1}$ , não é segmentado e as zonas formadas pelas injeções repetidas são assim transportadas, em condições hidrodinamicamente controladas, até um detector que assinalará as variações de um parâmetro físico-químico característico de amostra, ou de algum dos seus constituintes.

A análise em fluxo contínuo distingue-se da análise em fluxo segmentado, característico dos Auto-analisadores Technicon, pelo facto de, nesta, as amostras serem separadas por bolhas de ar e conservarem a sua identidade. Se nesta última as amostras são envolvidas em reacções químicas, tenta-se geralmente atingir equilíbrio químico antes da passagem pelo detector, o que nem sempre acontece em FIA. A análise em fluxo contínuo distingue-se também da cromatografia líquida, outra técnica de fluxo, pois nesta há a separação dos constituintes da mistura a analisar.

Durante o seu percurso, a amostra pode ser submetida a toda uma gama de processos físicos, químicos ou físico-químicos (ex.: diluição, reacções químicas, passagem através de membranas de diálise, extracção líquido-líquido). Outros líquidos transportadores, reactivos ou não, podem eventualmente juntar-se ao primeiro em diferentes pontos compreendidos entre a injeção e o detector; os vários líquidos deslocam-se em tubos de pequeno diâmetro interior,  $d/0.1\text{ mm}$ , formando no seu conjunto o que se pode

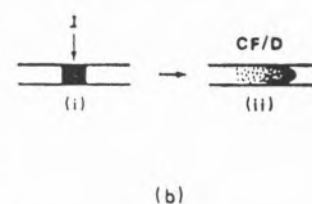
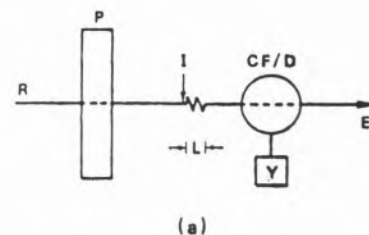


Figura 1 — Esquema de montagem simples de FIA (a) e representação do fenómeno de dispersão da amostra (b)

I: injeção L: comprimento do manifold  
R: reagent CF/D: detector de fluxo contínuo  
P: bomba Y: registador  
E: saída

designar por um micro-reactor.

Todas as operações postas em prática se reflectem numa dispersão-diluição da amostra no(s) líquido(s) transportador(es) e têm como objectivo último proporcionar as condições que permitam a posterior detecção específica de um dos constituintes da amostra, ou de um seu derivado, quando a zona correspondente atravessar o detector onde é conduzida pelo(s) líquido(s) transportador(es) [3].

Na Figura 1 encontra-se a representação esquemática da montagem laboratorial mais simples que permite

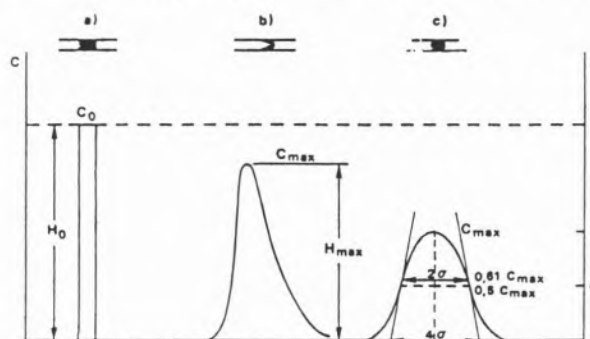


Figura 2 — Representação esquemática do sinal obtido em FIA: a) injeção b) perfil de dispersão assimétrica c) perfil de dispersão gaussiana

pôr o princípio em prática, (a), bem como a evolução do perfil de concentração da amostra desde a injeção até ao detector, (b).

A passagem no detector da zona que corresponde à injeção de amostra produz um sinal cuja evolução tem as características genéricas indicadas na Figura 2. Em oposição às características de estado estacionário, obtém-se um pico assimétrico de pendor inicial elevado, seguido de um ramo de decrescimento exponencial; naturalmente um maior percurso da zona resultará no seu alargamento tornando-se o pico mais largo e eventualmente gaussiano.

Ainda que de desenvolvimento recente a FIA encontra já vasta aplicação laboratorial [4]. A técnica impôs-se pela sua simplicidade, elegância, rapidez, economia de reagentes e possibilidades de automatização, diminuindo as operações manuais, o que conduz a maior informação analítica.

Tendo em conta o rápido desenvolvimento da FIA é também possível e até desejável, classificar as aplicações analíticas com base no processo reaccional que ocorre durante o transporte da amostra. Um critério seguido é o esquematizado na Tabela 1.

**Tabela 1. Diferentes Processos Reacionais Associados a Análise de Injeção em Fluxo**

Reacções Químicas (1, 3, 4, 5, 6, 15, 17)  
Reacções e Métodos Enzimáticos (8, 9, 10)  
Métodos Separativos (extração, diálise, troca-iónica, difusão gasosa) (6, 11, 12, 13, 14)

## PARÂMETROS DA DILUIÇÃO-DISPERSÃO DA AMOSTRA EM FIA

### Factor de dispersão

Para caracterizar os aspectos experimentais da técnica, faz-se alusão a termos como sejam o *tempo de permanência* ou de *residência* e o *factor de diluição*, que facilitam a definição das condições de operação de um sistema de FIA e a comparação de resultados experimentais.

O tempo  $t$  que medeia entre a injeção e o máximo do pico, designa-se por *tempo de permanência* ou de *residência*.

O factor ou *coeficiente de diluição* ou de *dispersão*  $D$  reflecte os fenómenos de transporte, diluição e dispersão

que afectam a amostra no líquido transportador desde a sua injeção até ao detector e define-se pela relação

$$D = C_0 / C_{\max} \quad (1)$$

—  $C_0$  = concentração inicial na amostra injectada, da espécie química analisada

—  $C_{\max}$  = concentração da espécie no máximo do pico

Em primeira aproximação este coeficiente pode ser determinando, para uma dada montagem experimental, de forma simples, injectando uma solução corada num líquido transportador quimicamente inerte e medindo de forma contínua a absorvância. Admitindo que se observa a lei de Lambert-Beer, a altura do pico ( $H_{\max}$ ), correcção feita para a linha de base, é directamente proporcional à concentração da substância corada; outra determinação de absorvância da amostra corada inicial, não diluída, em condições estacionárias, permite obter  $H_0$ . O coeficiente de diluição ou dispersão, grandeza adimensional, é então igual à razão destas duas medidas.

$$D = H_0 / H_{\max} \quad (2)$$

À diluição-dispersão da amostra no líquido transportador corresponde também uma diluição-dispersão deste naquela, como se evidencia na Figura 3.

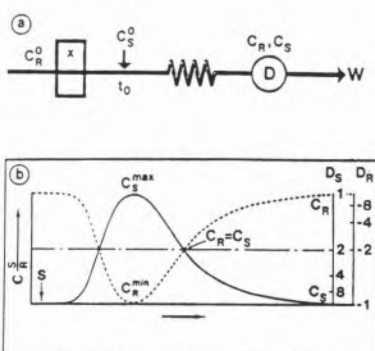


Figura 3 — Perfis de dispersão mútua (b) de amostra (s) e de reagente (R) numa linha de FIA (a)

Pode definir-se neste caso um factor de diluição  $D_R$  que se pode relacionar [15] com o factor  $D_S$  definido para a amostra injectada da seguinte forma:

$$\frac{1}{D_S} + \frac{1}{D_R} = 1 \quad (3)$$

Caso haja várias linhas de fluidos transportadores a expressão alarga-se a todos eles

$$\frac{1}{D_S} + \frac{1}{D_{R_1}} + \frac{1}{D_{R_2}} \dots = 1 \quad (4)$$

### Altura de pico e volume injectado

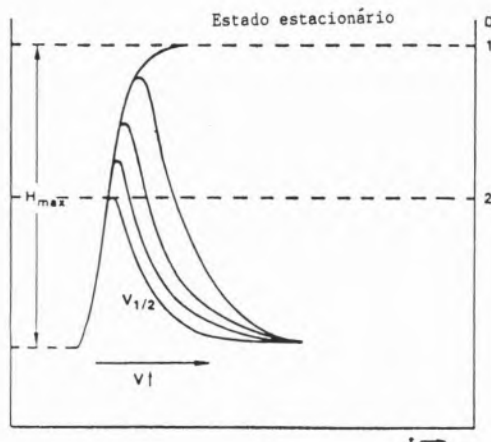


Figura 4 — Efeito da quantidade de amostra injectada, na altura do pico  
 $V_{1/2}$ : volume injectado correspondente a  $D = 2$

A influência do volume  $V_S$  de amostra injectada traduz-se por uma modificação do sinal do detector, tal como se indica na Figura 4. A altura dos picos aumenta com a quantidade injectada enquanto o coeficiente de diluição diminui; a altura do pico tende para um valor limite que corresponderia ao estado estacionário. A este nível, a altura do pico corresponde ao sinal dado pela amostra não diluída e portanto a um coeficiente  $D$  unitário. Define-se  $V_{1/2}$  como o volume de amostra necessário para que o valor do sinal seja metade do que seria para o estado estacionário. Para volumes injectados inferiores a  $V_{1/2}$  é geralmente válido admitir proporcionalidade entre

volume injectado e altura de pico.

#### Altura de pico e tempo de permanência em função do fluxo e do comprimento e geometria do percurso

O percurso do reactor entre a injeção e a detecção pode ter comprimentos, diâmetros e geometrias diferentes. Para um diâmetro interior,  $d$ , constante, um comprimento  $L$  e um fluxo  $Q$  o tempo médio,  $t$ , de permanência da zona ocupada pela amostra é dado pela relação

$$t = \pi(d/2)^2 L/Q \quad (5)$$

Sob um ponto de vista prático e para casos simples sendo possível relacionar o tempo médio de permanência e o coeficiente de dispersão [16] esta fórmula permite avaliar *a priori* os parâmetros de uma montagem FIA e fornece um meio de verificar o seu funcionamento.

#### Dispersão e frequência de injeção

A dispersão da amostra e a forma do sinal de FIA, particularmente a largura do pico, condicionam a frequência da análise permitida pela técnica. O tempo total,  $t_{\max}$ , necessário para que o sinal retome a linha de base é, admitindo a hipótese gaussiana [17]:

$$t_{\max} = 6\sigma/Q \quad (6)$$

onde  $\sigma$ /ml é o desvio padrão da curva, sinal vs. volume. Pode admitir-se que nas técnicas de injeção em fluxo, a variância global do sinal reflecte de forma aditiva as diferentes contribuições parcelares [18]

$$\sigma_{\text{tot}}^2 = \sigma_{\text{inj}}^2 + \sigma_{\text{transp}}^2 + \sigma_{\text{detec}}^2 \quad (7)$$

O número máximo de injeções possíveis por hora, sem que haja sobreposição significativa de dois picos consecutivos é

$$N = 60/t_{\max} \quad (8)$$

Se o sinal se afasta da forma gaussiana, admite-se que a largura do pico,  $t_{\max}$ , é igual a  $(5 S_{1/2}/Q)$  onde  $S_{1/2}$  representa o volume em ml, escoado entre o princípio do pico e o seu máximo: calcula-se então o número máximo de análises com o auxílio da relação (8).

#### Regras de utilização da dispersão

O valor do coeficiente de dispersão

$D$  pode constituir um primeiro critério de classificação das técnicas de injeção em fluxo contínuo. Conforme as aplicações em vista, assim será desejável um valor ou menor de  $D$ , tendo no entanto em consideração que geralmente, quanto maior for esse valor, menor será a sensibilidade do método. Considera-se normalmente o seguinte critério classificativo:

— Diluição Limitada ( $1 < D < 3$ ): Seleccionada para o caso em que o único objectivo é o transporte da zona de amostra injectada até ao detector, preservando ao máximo a sua identidade;

— Diluição Média ( $3 < D < 10$ ): Este caso é observado quando existe reacção química entre a amostra e reagentes do líquido transportador a fim de produzir ou consumir a espécie química que é detectada (caso das titulações); o aumento do tempo de residência e consequentemente o factor de dispersão permitem o desenrolar da reacção de forma a que sejam detectáveis variações de sinal correspondentes à mudança de concentração da espécie química em questão;

— Diluição Grande ( $D > 10$ ): Se a reacção química é lenta torna-se necessário aumentar o tempo de reacção, ou seja o tempo de residência, o que se consegue aumentando, por exemplo, o comprimento dos tubos.

Com base nas grandezas e relações definidas anteriormente podem enunciar-se algumas regras práticas de utilização em FIA:

— A dispersão depende do volume de amostra injectada; quando aumenta verifica-se uma amplificação do sinal que corresponde a uma maior sensibilidade do método.

— Obtém-se dispersão limitada para volumes injectados inferiores a  $V_{1/2}$  e com tubagem o mais curta possível.

— A dispersão pode ser controlada por intermédio do fluxo transportador,  $Q$ , do diâmetro  $d$  e do comprimento  $L$  do tubo até ao detector.

A inclusão de uma câmara de mistura num dispositivo de FIA, conduzirá a um aumento da dispersão e consequente diminuição da sensibilidade.

— A cadência da análise permitida depende da dispersão e é tanto maior quanto menores forem os volumes injectados.

#### MEDIÇÃO EM FIA

Se a técnica de medição clássica consiste em medir a altura (ou área) do

pico decorrente de cada injeção de amostra, existem outras formas que a seguir se descrevem e que resultam da existência de um perfil de concentração da espécie detectada ao longo do tempo, ou seja de um gradiente.

#### Gradiente:

Verificando-se uma perfeita reprodutibilidade do fenómeno da dispersão, torna-se possível utilizar o gradiente para medir o sinal a um dado tempo que não corresponda necessariamente ao máximo do pico, Figura 5.

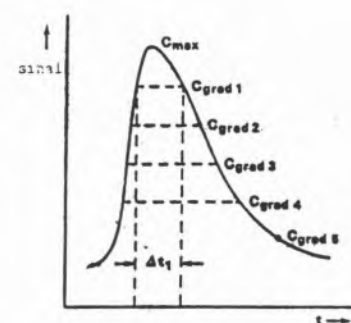


Figura 5 — Intervalo de tempo  $\Delta t$ , entre dois sinais iguais correspondentes à mesma dispersão.

#### Largura do pico:

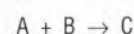
A largura do pico é igualmente um parâmetro de utilidade analítica; corresponde a um intervalo de tempo  $\delta t$  medido para dois valores idênticos do sinal, tomados de um e de outro lado da curva, cuja equação tem a forma [19]

$$\delta t = k_1 \log C + k_2 \quad (9)$$

Dada a relação logarítmica, este parâmetro permite frequentemente extensão da aplicação do método a uma maior gama de concentrações da espécie doseada e encontra particular aplicação nas titulações.

#### Titulações:

No caso em que o transporte da amostra é acompanhado de reacção química de um dos seus elementos A com um dos constituintes B do fluido transportador



a curva resposta, seja qual destas for a



espécie detectada, corresponde aos diferentes valores assumidos das concentrações  $C_A$  e  $C_B$  resultantes da dispersão da reacção química ( $C_A/C_B > 1$  junto do pico;  $C_A/C_B < 1$  para maiores afastamentos ao pico). Existem portanto dois pontos  $t_1$  e  $t_2$  nesta curva tais que as concentrações  $C_A$  e  $C_B$  são iguais; estes dois pontos correspondem portanto, por definição, ao ponto de equivalência da reacção, correspondendo assim a um mesmo factor de diluição. A largura do pico é dada por uma relação análoga à relação (9)

$$\delta t = k_1 \log (C_A/C_B) + k_2 \quad (10)$$

Para determinadas condições experimentais, existe portanto uma relação que permite determinar  $C_A$  da espécie doseada pela reacção química. A localização dos pontos  $t_1$  e  $t_2$  pode ser facilitada pela utilização de indicadores corados.

## INSTRUMENTAÇÃO

Para pôr em prática o princípio mais simples da análise de injeção em fluxo, ou seja, a injeção de uma amostra num líquido transportador em movimento uniforme, que a conduz a um detector, o material de base necessário é constituído pelos seguintes elementos (Fig. 1)

- Reservatório de líquido transportador
- Meio de propulsão (bomba) do líquido transportador
- Injector
- Reactor
- Detector e registador

### Bomba

Na análise em fluxo contínuo, que não exige pressões tão elevadas como a cromatografia líquida de alta pressão (HPLC) e requer fluxos compreendidos geralmente entre 1 e 4 ml.min<sup>-1</sup>, utiliza-se frequentemente uma bomba peristáltica, cujas vantagens são bem conhecidas. São dispositivos com pequeno tempo de resposta e capazes de assegurar fluxos constantes, permitindo ainda o transporte simultâneo de vários líquidos, inclusivamente a velocidades diferentes que dependerão do diâmetro interno dos tubos. Há no entanto que ter em conta que, por construção, as bombas peristálticas apresentam pulsações e problemas de electricidade estática originada na fricção dos rolamentos sobre os tubos,

que podem afectar o sinal, particularmente se ele é fornecido por um detector potenciométrico.

### Injector e Modo de Injeção

Comparada com outras técnicas de fluxo (cromatografia e fluxo segmentado) a análise em fluxo contínuo atribui à injeção da amostra no líquido transportador importância fundamental. Esta operação deve conduzir à formação de uma zona de amostra perfeitamente definida e reprodutível. Dela dependem o tempo de residência e sobretudo o desvio padrão da curva definida pelo sinal obtido à passagem no detector.

Em FIA distinguem-se dois grandes tipos de injeção conforme se controla o volume injectado ou o tempo de injeção.

No primeiro caso, a amostra é injectada directamente com uma seringa, ou de uma forma mais geral, através de uma válvula de injeção de volume constante e perfeitamente conhecido. No segundo caso, denominado de «injeção hidrodinâmica», a aspiração da amostra a uma dada velocidade, fornece o volume desejado de amostra, dependendo do tempo de aspiração.

Os equipamentos adequados a uma injeção de volume são válvulas de injeção de anéis ou de gavetas, cuja descrição pormenorizada se pode encontrar em manuais de cromatografia [20]. É um sistema de comutação da válvula que assegura a passagem da amostra ao anel e de seguida ao líquido transportador.

A injeção hidrodinâmica da amostra é efectuada numa conduta de volume perfeitamente definido e atravessada pela amostra e percorrida pelo líquido transformador. Este tipo de injeção implica o uso de duas bombas peristálticas e a bombagem alternada de amostra e de transportador.

Não tem sido assinalada diferença significativa entre o comportamento de um modo e outro.

### Reactor («Manifold»)

Todos os componentes de um dispositivo de FIA estão unidos entre si por tubos (0,2 mm ≤ d ≤ 0,8 mm) de Teflon, PVC, ou de outros materiais, que formam depois da zona de injeção um enrolamento (10 cm ≤ L ≤ 50 cm). O papel deste conjunto onde a amostra injectada se dispersa no líquido transportador é também o de permitir o

desenvolver de reacções químicas entre a amostra e o líquido transportador, necessárias para pôr em evidência um dos constituintes da amostra. Tal reactor, que assim se pode chamar, constitui um elemento fundamental em FIA e é vulgarmente designado na literatura por «Manifold» ou «Chemifold». Existem outras geometrias para estes reactores (ex.: câmaras de mistura) que modificam o fenómeno da dispersão, aumentando a dispersão radial, conduzindo portanto a um aumento do factor de diluição.

### Detector e Registador

A escolha de um detector põe problemas clássicos de linearidade, reprodutibilidade, sensibilidade, selectividade. As características dos detectores usados em FIA são, em princípio, análogas às dos detectores de cromatografia em fase líquida e a sua descrição pode encontrar-se em numerosos trabalhos dessa área [20]. Existe no entanto a diferença que, não havendo separação dos componentes, exige-se maior especificidade aos detectores. Temos assistido sistematicamente ao desenvolvimento de aplicações de técnicas espectrofotométricas e electroquímicas de detecção a sistemas FIA [21-43]. De forma mais pontual têm sido utilizados outros métodos de detecção, ex.: entalpiometria, radioquímica.

O registador que permite obter o sinal analítico transmitido num processo de FIA pode ser um simples registador gráfico, mas cada vez mais substituído por um microcomputador e impressora com vantagens acrescidas de automatização na pilotagem do funcionamento da aparelhagem e de tratamento dos dados analíticos.

### Aparelhagem Comercial de FIA

Se inicialmente predominavam as vantagens modulares de FIA, desenvolvidas e construídas localmente conforme a aplicação específica a que se destinavam, hoje em dia podem encontrar-se já conjuntos integrados de que se dá alguns exemplos na Tabela 2.

**Tabela 2. Lista de fabricantes de aparelhagem de FIA**

Marca	País
TECATOR	Suécia
CONTROL EQUIPMENT CORPORATION	EUA
FIATRON SYSTEMS INS	EUA
HITACHI	Japão
LACHAT INSTRUMENTS	EUA

BIBLIOGRAFIA

1. J. Ruzicka e E.H. Hansen, *Anal. Chim. Acta*, **78** (1975) 145.
2. G. Nagy, Z. Feher e E. Pungor, *Anal. Chim. Acta*, **52** (1970) 47.
3. W.F. Van de Linden, *T.R.A.C.* **1** (1982) 188.
4. J. Ruzicka e E.H. Hansen, *Flow Injection Analysis*, 2.<sup>a</sup> edição, J.Wiley, New York, 1988.
5. J. Ruzicka, E.H. Hansen e H. Mosbaek, *Anal. Chim. Acta*, **92** (1977) 235.
6. O. Aström, *Anal. Chim. Acta* **105** (1979) 67.
7. A. Shaw, C. Karlson e J. Möller, An introduction to the use of Flow Injection Analysis, Tecator, 1988.
8. J. Ruzicka e E.H. Hansen, *Anal. Chim. Acta* **106** (1979) 207.
9. M. Masoom e P.J. Worsfold, *Anal. Chim. Acta* **188** (1986) 281.
10. K.A. Holm, *Anal. Chim. Acta* **188** (1986) 285.
11. Flow Injection Analysis Based on Enzymes or Antibodies, Ed. R.D. Smidd, VCH, New York, 1990.
12. A. Nabi e P.J. Worsfold, *Anal. Proc.* **23** (1986) 415.
13. Y. Hayashi, K. Zaitzu e Y. Ohkura, *Anal. Chim. Acta* **186** (1986) 131.
14. E.B. Milosavljevic, L. Solujic, J.H. Nelson e J.L. Hendrix, *Mikrochim. Acta* **3** (1985) 353.
15. Z. Fang, J.M. Harris, J. Ruzicka e E.H. Hansen, *Anal. Chem.* **57** (1985) 1457.
16. A.U. Ramsing, J. Ruzicka e E.H. Hansen, *Anal. Chim. Acta* **129** (1981) 1.
17. J. Ruzicka e E.H. Hansen, *Anal. Chim. Acta*, **161** (1984) 1.
18. H. Poppe, *Anal. Chim. Acta* **114** (1980) 19.
19. J.F. Tyson, *Anal. Chim. Acta* **179** (1986) 149.
20. R. Rosset, M. Caude e A. Jardy, *Manuel pratique de chromatographie en phase liquide*, Masson, Paris, 1982.
21. J. Ruzicka e J.W. B. Steart, *Anal. Chim. Acta* **79** (1975) 79.
22. J. Ruzicka, J.W.B. Steart e E.A.G. Zagatto, *Anal. Chim. Acta* **81** (1976) 387.
23. H. Bergamin, B. F. Reis, A.O. Jacinto e E.A.G. Zagatto, *Anal. Chim. Acta* **117** (1980) 81.
24. J.W.B. Stewart, J. Ruzicka, H. Bergamin e E.A.G. Zagatto, *Anal. Chim. Acta* **81** (1976) 371.
25. *Flow Injection Atomic Spectroscopy*, ed. J.L. Burguera, M. Dekker, New York, 1989.
26. H. Morita, T. Kimoto e S. Shimomura, *Anal. Lett.* **16** (1983) 1187.
27. J.I. Braithwaite e J.N. Miller, *Anal. Chim. Acta* **106** (1979) 395.
28. D.K. Morgan, N.D. Danielson e J.E. Katon, *Anal. Lett.* **18** (1985) 1979.
29. D.J. Curran e W.G. Collier, *Anal. Chim. Acta* **117** (1985) 239.
30. G. Ham, *Anal. Proc.* **18** (1981) 69.
31. A.N. Strohl e D.J. Curran, *Anal. Chem.* **51** (1979) 1045.
32. J.W. Dieker e W.E. Van der Linden, *Anal. Chim. Acta* **114** (1980) 267.
33. J.A. Lown, R. Koile e D.C. Johnson, *Anal. Chim. Acta* **116** (1980) 33.
34. P. Maitoza e D.C. Johnson, *Anal. Chim. Acta* **118** (1980) 233.
35. M.E. Meyerhoff e Y.M. Fraticelli, *Anal. Lett.* **14** (1981) 415.
36. P.L. Meschi, D.C. Johnson e G.R. Luecke, *Anal. Chim. Acta* **124** (1981) 303.
37. B. Persson e L. Rosén, *Anal. Chim. Acta* **123** (1981) 115.
38. H.B. Hanekamp, P. Bos e O. Vittori, *Anal. Chim. Acta* **131** (1981) 149.
39. J. Ruzicka, E.H. Hansen e E.A.G. Zagatto, *Anal. Chim. Acta* **88** (1977) 1.
40. E.H. Hansen, A.K. Ghose e J. Ruzicka, *Analyst* **102** (1977) 705.
41. E.H. Hansen, F.J. Krug, A.K. Ghose e J. Ruzicka, *Analyst* **102** (1977) 714.
42. W. Frenzel e P. Brätter, *Anal. Chim. Acta* **188** (1986) 151.
43. J.M.C.S. Magalhães e A. Machado, *Portugaliae Electrochim. Acta* **9** (1991) 429.

\*Centro de Electroquímica e Cinética da  
Universidade de Lisboa — Dept. Química,  
Universidade de Lisboa  
R. Escola Politécnica, 58, 1294 Lisboa Codex

PRODUZIR VÁCUO  
PROTEGENDO O MEIO AMBIENTE



*vacuubrand*

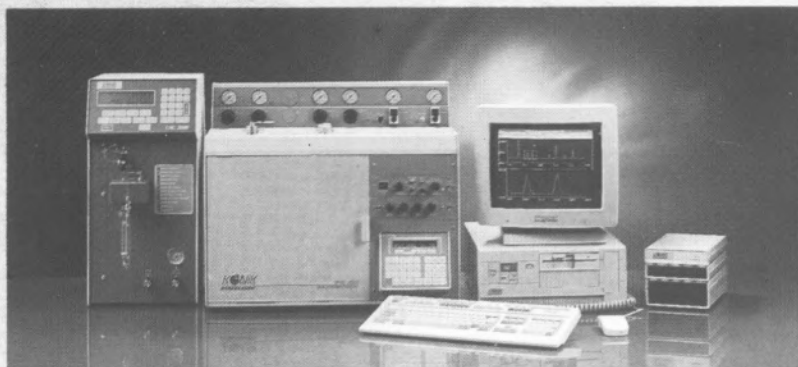
**BOMBAS  
DE DIAFRAGMA,  
ROTATIVAS  
E  
HÍBRIDAS**

RENDIMENTO: 2 a 30 m<sup>3</sup>/h  
VÁCUO FINAL: até 2 x 10<sup>-4</sup>mbar

**labNORMA**

Equipamento de controlo de qualidade e investigação, lda.

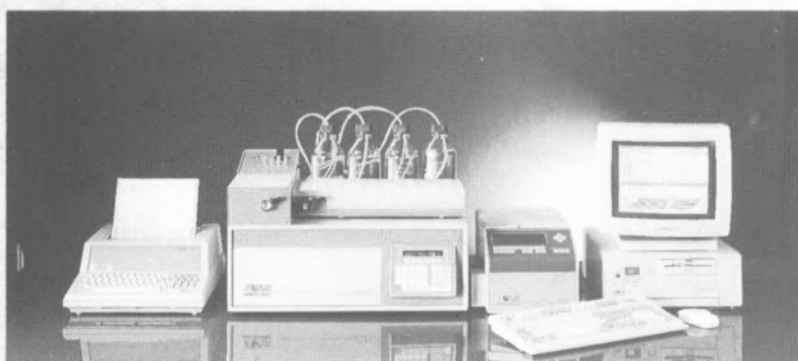
RUA INFANTARIA, 16, 41 - 2.º 1200 LISBOA  
TELEFONES 69 24 14 - 69 24 31 FAX 65 62 62



KONIK-HRGC - 3000 C com «Head Space» dinâmico.

● **MODULARIDADE TOTAL**

Garantia de crescimento, modernização permanente.



KONIK-HPLC - 500 B com detector de varrimentos espectrais.

● **VERSATILIDADE**

Sistemas isocrático, de gradientes, semipreparativo, biocompatível... uma configuração adequada para cada necessidade analítica.

● **AUTOMATIZAÇÃO TOTAL**

Controle de módulos externos, comutação de colunas, etc. através do microprocessador.

● **REDUZIDA MANUTENÇÃO**

Garantia de elevado tempo útil de funcionamento.

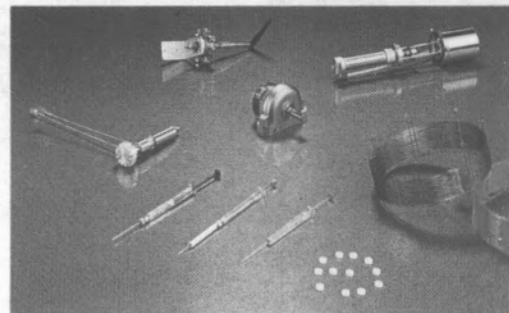


**SOFTWARE DE INTEGRAÇÃO**

com opção para «upgrade» de integradores.

● **APOIO TÉCNICO E ANALÍTICO**

Optimização de métodos analíticos, treino e especialização constante de utilizadores. Consultoria permanente. Laboratório de Aplicações. Serviço técnico com treino constante em fábrica.

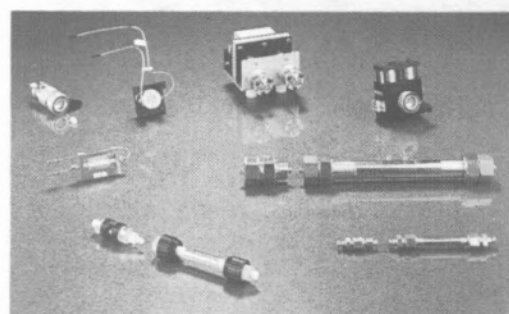


**ACESSÓRIOS PARA CROMATOGRAFIA DE GASES.**

Colunas especiais:

- Gás natural e petróleo
- Meio ambiente (EPA)
- Gases permanentes

Seringas, filtros, septos, colunas,...

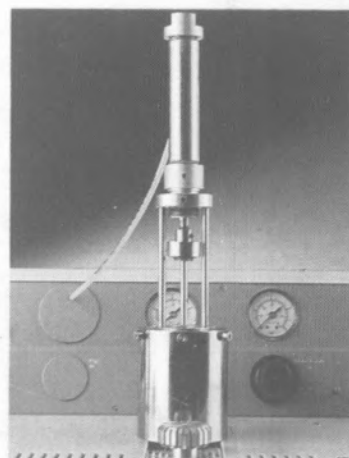


**ACESSÓRIOS PARA CROMATOGRAFIA HPLC.**

Colunas especiais:

- Triglicéridos
- Drogas básicas
- Meio ambiente (EPA)
- Quirais

Seringas, filtros, pré-colunas, colunas,...

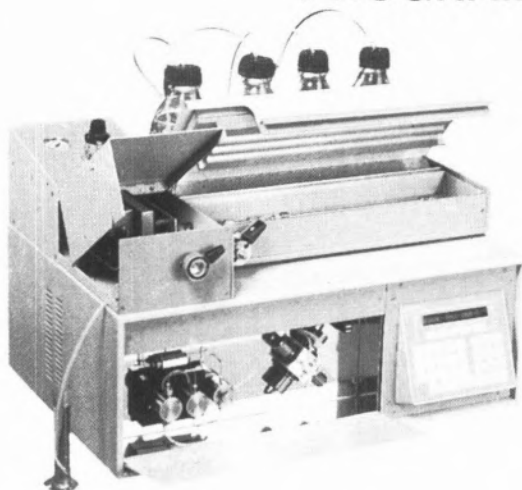


**KONIK «HEAD SPACE» ESTATICO.**

● **GAMA COMPLETA DE PERIFÉRICOS**

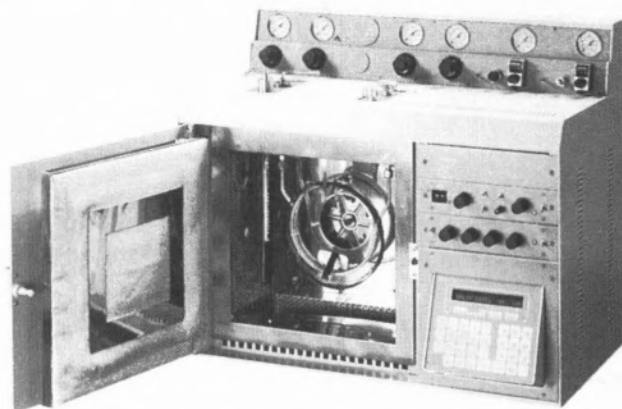
Detectores, tratamento de dados, acessórios e consumíveis.

## PROGRAMA DE CROMATOGRAFIA



**KONIK HPLC 500 B**

- **ELEVADAS PRESTAÇÕES**  
Bomba isenta de pulsações e reprodutibilidade de fluxo
- **CÂMARA DE AUTOLAVAGEM DE PISTÕES**  
Protecção adicional contra a precipitação salina da fase móvel
- **SISTEMA DE DESGASIFICAÇÃO**  
A solução definitiva para o problema de formação de bolhas no eluente
- **FORNO NA VERSÃO STANDARD**  
(Modelos de gradientes). Optimização e reprodutibilidade de análise
- **GRADIENTES QUATERNARIOS**  
O sistema mais versátil, potente e eficaz para formação de gradientes
- **SISTEMA DE PURGA E AUTO-FERRAGEM DA BOMBA**  
Economia de tempo e solventes
- **GAMA COMPLETA DE SISTEMAS DE INJEÇÃO**  
Standard, microbore, automático, biocompatível
- **CAPACIDADE DE PROGRAMAÇÃO**  
Todos os parâmetros, todos os métodos, em memória não-volátil



**KONIK HRGC 3000 C**

- **CONFIGURAÇÃO BICANAL**  
Configuração e controle independente para dois conjuntos: injeção, coluna, detecção
- **FORNO DE ELEVADAS PRESTAÇÕES**  
Mínima inércia, máxima estabilidade térmica. Elevada velocidade de arrefecimento, mínimo tempo entre análises
- **PROGRAMAÇÃO DE TEMPERATURA**  
Cinco rampas de temperatura garantem a máxima resolução em cromatografia capilar
- **SISTEMAS DE INJEÇÃO**  
Optimizados para as distintas colunas e amostras: capilar multimodo, on-column, convencional, com loop de injeção, etc
- **CONTROLE DE PURGA DE SEPTO**  
Injector capilar de pressão constante com purga de septo programada. Garantia de uma perfeita injeção
- **GAMA COMPLETA DE DETECTORES**  
Gerais: FID, TCD. Selectivos: ECD, NPD, FPD, HECD, MSD
- **PROGRAMAÇÃO**  
Por meio de um display alfanumérico. Armazenamento de métodos em memória alimentada por bateria
- **PROTECÇÃO**  
Programação de temperatura máxima de coluna com autodesconexão automática

**NÃO SE CONFORME COM MENOS!!**

**A MELHOR OPÇÃO EM GC!!**

### CENTROS KONIK DE FORMAÇÃO, SERVIÇO E VENDAS

#### EUROPA

Konik Instruments, S.A.  
Rua Conde Redondo, 13-A-CV  
1100 Lisboa (PORTUGAL)  
Tel. (01) 57 57 87  
Fax (01) 57 58 47

Konik Instruments, S.A.  
World Trade Center Porto  
Av. da Boavista 1277/81  
- Piso (-3)/CP3  
4100 Porto (PORTUGAL)  
Tel. (02) 606 88 55  
Fax (02) 600 21 35

Konik Instruments, S.A.  
Ctra. de Cerdanyola, 65-67  
08190 Sant Cugat del Vallès  
Barcelona (ESPAÑA)  
Tel. (93) 674 32 50  
Fax (93) 674 41 50

#### AMÉRICA

Konik Instruments S.A.  
6065 N.W. 167th St. BLDG B-20  
MIAMI-FLORIDA 33015  
(EUA)  
Tel. (305) 557-2212  
Fax (305) 556-4721

Konik Sudamericana, S.A.  
H. de la Quintana, 1450-1454  
1602 FLORIDA Buenos Aires  
(ARGENTINA)  
Tel. (1) 791 00 20 - 797 81 05  
Fax (1) 791 02 62