

II

(Actos cuja publicação não é uma condição da sua aplicabilidade)

COMISSÃO

DIRECTIVA DA COMISSÃO

de 4 de Abril de 1990

que altera a Segunda Directiva 82/434/CEE relativa à aproximação das legislações dos Estados-membros respeitantes aos métodos de análise necessários ao controlo da composição dos produtos cosméticos

(90/207/CEE)

A COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS,

Artigo 2º

Tendo em conta o Tratado que institui a Comunidade Económica Europeia,

Considerando que a Segunda Directiva 82/434/CEE da Comissão, de 14 de Maio de 1982, relativa à aproximação das legislações dos Estados-membros respeitantes aos métodos de análise necessários ao controlo da composição dos produtos cosméticos⁽¹⁾, prevê um método de análise comum referente à identificação e dosagem do formaldeído livre;

Considerando que, em virtude dos novos dados científicos e técnicos, se revelou necessário alterar este método de análise;

Considerando que as medidas previstas na presente directiva estão em conformidade com o parecer do comité para a adaptação ao progresso técnico das directivas cujo objectivo é a eliminação dos entraves técnicos às trocas comerciais no sector dos produtos cosméticos,

Os Estados-membros adoptarão as disposições legislativas, regulamentares e administrativas necessárias para dar cumprimento à presente directiva, o mais tardar, em 31 de Dezembro de 1990. Desse facto informarão imediatamente a Comissão.

As disposições adoptadas por força do primeiro parágrafo referir-se-ão explicitamente à presente directiva.

Artigo 3º

Os Estados-membros são destinatários da presente directiva.

ADOPTOU A PRESENTE DIRECTIVA:

Feito em Bruxelas, em 4 de Abril de 1990.

Artigo 1º

O capítulo IV do anexo da Directiva 82/434/CEE é substituído pelo texto constante do anexo da presente directiva.

Pela Comissão

Karel VAN MIERT

Membro da Comissão

⁽¹⁾ JO nº L 185 de 30. 6. 1982, p. 1.

ANEXO

IV. IDENTIFICAÇÃO E DOSAGEM DO FORMALDEÍDO LIVRE

1. OBJECTIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

O método compreende uma identificação e duas dosagens consoante estejam ou não presentes libertadores de formaldeído. É aplicável a todos os produtos cosméticos.

1.1. Identificação

1.2. Dosagem global por colorimetria com acetilacetona

Este método aplica-se quando o formaldeído é utilizado isolado ou com outros conservantes não libertadores de formaldeído.

Em caso contrário, e se o resultado ultrapassar a concentração máxima autorizada no produto acabado, utiliza-se o método de confirmação seguinte.

1.3. Dosagem em presença de libertadores de formaldeído

No método precedente, durante a derivação os libertadores de formaldeído são clivados e conduzem a resultados demasiado elevados (formaldeído livre e combinado).

É imperioso separar o formaldeído livre por cromatografia líquida.

2. DEFINIÇÃO

O teor da amostra em formaldeído livre determinado por este método é expresso em percentagem da massa de formaldeído.

3. IDENTIFICAÇÃO

3.1. Princípio

O formaldeído livre e combinado, em meio sulfúrico, confere uma coloração rosa ou malva em presença do reagente de Schiff.

3.2. Reagentes

Todos os reagentes devem ser de qualidade analítica e a água desmineralizada.

3.2.1. Fucsina

3.2.2. Sulfito de sódio heptahidratado ($7H_2O$)3.2.3. Ácido clorídrico concentrado ($d = 1,19$)

3.2.4. Ácido sulfúrico 1-M, aproximadamente

3.2.5. Reagente de Schiff

Num copo, pesar 100 mg de fucsina (ponto 3.2.1) e dissolver em 75 ml de água a 80 °C. Após arrefecimento, acrescentar 2,5 g de sulfito de sódio (ponto 3.2.2) e 1,5 ml de ácido clorídrico (ponto 3.2.3). Completar até 100 ml.

Duração de conservação: duas semanas.

3.3. Técnica

3.3.1. Num copo de 10 ml introduzir cerca de 2 g de amostra.

3.3.2. Juntar duas gotas de H_2SO_4 (ponto 3.2.4) e 2 ml de reagente de Schiff (ponto 3.2.5). Este reagente deve estar rigorosamente incolor no momento da utilização.

Agitar e deixar em contacto cinco minutos.

3.3.3. Se em cinco minutos se observar uma coloração rosa ou malva, a quantidade de formaldeído presente é superior a 0,01 %. Efectuar, então, a dosagem do formaldeído livre e combinado segundo o ponto 4 e, se necessário, o ponto 5.

4. DOSAGEM GLOBAL POR COLORIMETRIA COM ACETILACETONA

4.1. Princípio

O formaldeído reage com a acetilacetona em presença do acetato de amónio para formar a 3-5-diacetil-1-4-dihidrolutidina. Esta é extraída com 1-butanol. A absorvência do extracto é determinada a 410 nm.

4.2. Reagentes

Todos os reagentes devem ser de qualidade analítica e a água desmineralizada.

4.2.1. Acetato de amónio anidro

4.2.2. Ácido acético concentrado $d_{20}^{4} = 1,05$

4.2.3. Acetilacetona recentemente destilada a pressão reduzida (25 mm Hg 25°) e que não deve apresentar qualquer absorção a 410 nm

4.2.4. 1-Butanol

4.2.5. Ácido clorídrico 1 M

4.2.6. Ácido clorídrico 0,1 M, aproximadamente

4.2.7. Hidróxido de sódio 1 M

4.2.8. Cozimento de amido recentemente preparado de acordo com a Farmacopeia Europeia, 2a edição, 1980, parte I-VII-1-1. (1 g/50 ml de água)

4.2.9. Formaldeído a 37 %-40 %

4.2.10. Solução titulada de iodo 0,05 M

4.2.11. Solução titulada de tiosulfato de sódio 0,1 M

4.2.12. Reagentes de acetilacetona

Num balão aferido de 1 000 ml dissolver:

— 150 g de acetato de amónio (ponto 4.2.1),

— 2 ml de acetilacetona (ponto 4.2.3),

— 3 ml de ácido acético (ponto 4.2.2).

Completar até 1 000 ml com água (pH da solução: 6,4 aproximadamente).

Este reagente deve ser preparado na altura.

4.2.13. Reagente (ponto 4.2.12) sem acetilacetona

4.2.14. Formaldeído padrão: solução-mãe

Num balão aferido de 1 000 ml, introduzir 5 g de formaldeído (ponto 4.2.9) e completar com água até 1 000 ml.

Determinação do título da solução-mãe:

Tomar 10,00 ml, adicionar 25,00 ml de solução titulada de iodo (ponto 4.2.10) e 10 ml de solução de hidróxido de sódio (ponto 4.2.7).

Deixar repousar durante cinco minutos.

Acidificar com 11 ml de HCL (ponto 4.2.5) e dosear o iodo em excesso com uma solução titulada de tiosulfato de sódio (ponto 4.2.11), em presença de cozimento de amido como indicador. 1 ml de solução de iodo (ponto 4.2.10) consumida correspondente a 1,5 mg de formaldeído.

4.2.15. Formaldeído padrão: solução diluída

Efectuar sucessivamente uma diluição de 1/20 e depois uma diluição de 1/100 de solução-mãe em água.

1 ml desta solução contém cerca de 1 µg de formaldeído.

Calcular o seu teor exacto.

4.3. Aparelhos e utensílios

4.3.1. Material corrente de laboratório

4.3.2. Filtro «separador de fase», ref. Whatman 1 PS (ou equivalente)

4.3.3. Centrifugadora

4.3.4. Banho-maria regulado a 60 °C

4.3.5. Espectrofotómetro

4.3.6. Tinas de vidro de 1 cm de percurso óptico

4.4. Técnica**4.4.1. Solução-amostra**

Num balão aferido de 100 ml, pesar cerca de 0,001 g de massa da amostra de ensaio (em g), correspondente a uma quantidade pressuposta de cerca de 150 µg de formaldeído.

Completar até 100 ml com água e misturar (solução S).

Verificar se o pH é próximo de 6, senão efectuar a diluição na solução de ácido clorídrico (ponto 4.2.6).

Num balão de Erlenmeyer de 50 ml juntar :

- 10,00 ml de solução S,
- 5,00 ml de reagente de acetilacetona (ponto 4.2.12) e água, até um volume de 30 ml.

4.4.2. *Solução-testemunha*

A interferência eventual de uma coloração de fundo na amostra de ensaio é eliminada da seguinte forma :

Num Erlenmeyer de 50 ml juntar :

- 10,00 ml de solução S,
- 5,00 ml de reagente (ponto 4.2.13) e água até um volume de 30 ml.

4.4.3. *Ensaio em branco*

Num Erlenmeyer de 50 ml juntar :

5,0 ml de reagente de acetilacetona (ponto 4.2.12) e água, até um volume de 30 ml.

4.4.4. *Dosagem*

4.4.4.1. Agitar as misturas preparadas nos pontos 4.4.1, 4.4.2 e 4.4.3. Mergulhar os balões em banho-maria a 60 °C, durante exactamente dez minutos. Arrefecer durante dois minutos num banho de água gelada.

4.4.4.2. Transferir para uma ampola de decantação de 50 ml contendo exactamente 10 ml de 1-butanol (ponto 4.2.4). Lavar com 3 a 5 ml de água. Agitar fortemente a mistura durante trinta segundos exactos. Deixar decantar.

4.4.4.3. Filtrar a fase butanólica por filtro « separador de fase » (ponto 4.3.2) para as tinas do espectrofotómetro. Pode também recorrer-se a uma centrifugação (3 000 rotações/minuto durante cinco minutos).

4.4.4.4. Determinar a absorvência A_1 a 410 nm do extracto da solução-amostra obtida no ponto 4.4.1 em relação ao extracto da solução testemunha (ponto 4.4.2).

4.4.4.5. Da mesma forma, determinar a absorvência A_2 do extracto de ensaio em branco obtido no ponto 4.4.3 em relação a 1-butanol.

NB : Todas estas operações devem ser executadas num período de vinte e cinco minutos a partir do momento em que o balão é colocado em banho-maria a 60 °C.

4.4.5. *Curva de calibração*

4.4.5.1. Num Erlenmeyer de 50 ml juntar :

- 5,00 ml de solução-padrão diluída (ponto 4.2.15),
- 5,00 ml de reagente de acetilacetona (ponto 4.2.12) e água, até um volume final de 30 ml.

4.4.5.2. Continuar segundo as indicações (ponto 4.4.4) e determinar a absorvência em relação ao 1-butanol (ponto 4.2.4).

4.4.5.3. Repetir o processo com 10, 15, 20 e 25 ml de solução-padrão diluída (ponto 4.2.15).

4.4.5.4. Para obter o valor do ponto 0 (correspondente à coloração dos reagentes) proceder como no ponto 4.4.4.5.

4.4.5.5. Construir a curva de calibração após subtracção do valor do ponto 0 de cada uma das absorvências obtidas nos pontos 4.4.5.1 e 4.4.5.3. A lei de Beer aplica-se até 30 µg de formaldeído.

4.5. *Cálculos*

4.5.1. Subtrair A_2 de A_1 e ler sobre a curva de calibração (ponto 4.4.5.5) a quantidade C expressa em microgramas de formaldeído contido na solução do ponto 4.4.1.

4.5.2. O teor em formaldeído da amostra (% m/m) é calculado segundo a fórmula :

$$\text{formaldeído \%} = \frac{C}{10^3 \cdot m}$$

m = massa em g da toma da amostra.

4.6. Repetibilidade (1)

Para um teor em formaldeído de 0,2 %, a diferença entre os resultados de duas dosagens paralelas efectuadas na mesma amostra não deve ultrapassar 0,005 % para a dosagem colorimétrica com acetilacetona.

Se a dosagem do formaldeído livre conduzir a resultados superiores aos previstos na Directiva 76/768/CEE, a saber:

- a) Compreendidos entre 0,05 % e 0,2 % em produto não etiquetado,
 - b) Superiores a 0,2 % em produto etiquetado ou não,
- é obrigatório proceder segundo o método descrito no ponto 5.

5. DOSAGEM EM PRESENÇA DE LIBERTADORES DE FORMALDEÍDO**5.1. Princípio**

O formaldeído separado é transformado em derivado lutidínico amarelo por reacção em linha com a acetilacetona num reactor pós-coluna. O derivado formado é doseado por absorvência a 420 nm.

5.2. Reagentes

Todos os reagentes devem ser de qualidade analítica e a água desmineralizada.

5.2.1. Água de qualidade HPLC**5.2.2. Acetato de amónio anidro****5.2.3. Ácido acético $d_{20}^4 = 1,05$** **5.2.4. Acetilacetona (conservada a 4 °C)****5.2.5. Fosfato dissódico anidro****5.2.6. Ácido ortofosfórico a 85 % ($d = 1,7$)****5.2.7. Metanol****5.2.8. Diclorometano****5.2.9. Formaldeído a 37 %- 40 %****5.2.10. Hidróxido de sódio 1 M****5.2.11. Ácido clorídrico 1 M****5.2.12. Ácido clorídrico 0,002 M****5.2.13. Cozimento de amido recentemente preparado de acordo com a Farmacopeia Europeia****5.2.14. Solução titulada de iodo 0,05 M****5.2.15. Solução titulada de tiosulfato de sódio 0,1 M****5.2.16. Fase móvel**

Solução aquosa de fosfato dissódico (ponto 5.2.5) 0,006 M ajustado a um pH 2,1 com ácido ortofosfórico (ponto 5.2.6).

5.2.17. Reagente pós-coluna

Dissolver num balão aferido de 1 000 ml:

— 62,5 g de acetato de amónio (ponto 5.2.2),

— 7,5 ml de ácido acético (ponto 5.2.3),

— 5 ml de acetilacetona (ponto 5.2.4).

Completar até 1 000 ml com água (ponto 5.2.1).

Manter o reagente ao abrigo da luz.

Conservação: máximo de três dias a 25 °C.

Não deve verificar-se alteração da cor.

5.2.18. Formaldeído padrão: solução-mãe

Num balão aferido de 1 000 ml introduzir 10 g de formaldeído (ponto 5.2.9) e completar com água até 1 000 ml.

Determinação do título da solução-mãe:

Tomar 5,00 ml, adicionar 25,00 ml da solução titulada de iodo (ponto 5.2.14) e 10 ml de solução de hidróxido de sódio (ponto 5.2.10).

Deixar repousar durante cinco minutos.

Acidificar com 11,00 ml de HCL (ponto 5.2.11) e dosear o iodo em excesso com uma solução titulada de tiosulfato de sódio (ponto 5.2.15), em presença de cozimento de amido (ponto 5.2.13) como indicador.

1 ml de solução de iodo (ponto 5.2.14) consumida corresponde a 1,5 mg de formaldeído.

(1) Segundo a norma ISO 5725.

- 5.2.19. Formaldeído padrão : solução diluída
Efectuar uma diluição a 1/100 da solução-mãe na fase móvel (ponto 5.2.16). 1 ml desta solução contém cerca de 37 µg de formaldeído ; calcular o seu teor exacto.
- 5.3. **Aparelhos**
- 5.3.1. Material corrente de laboratório
- 5.3.2. Uma bomba HPLC sem pulsações
- 5.3.3. Uma bomba de baixa pressão sem pulsações para o reagente (ou uma segunda bomba HPLC com as mesmas características da primeira)
- 5.3.4. Uma válvula de injeção munida de uma ansa de 10 µl
- 5.3.5. Reactor pós-coluna com os seguintes elementos :
um balão de três tubuladuras de 1 l,
+ um aquecedor de balões de 1 l
+ duas colunas Vigreux com um mínimo de dez discos (refrigerante a ar),
+ um tubo inox (para permuta térmica) 1,6 mm — Ø int. 0,23 mm C = 400 mm,
+ tubo teflon 1,6 mm — Ø int. 0,30 mm C = 5 m (Tricotin) (ver apêndice 1),
+ um « T » sem volume morto (Valco ou equivalente),
+ três junções « Union » sem volume morto
ou : um módulo pós-coluna do tipo Applied Biosystems PCRS 520 ou equivalente, munido de um reactor de 1 ml.
- 5.3.6. Membrana filtrante 0,45 µ
- 5.3.7. Cartucho SEP PAK[®] C₁₈ (ou equivalente)
- 5.3.8. Colunas prontas para uso :
— Bischoff hypersil RP 18 (tipo NC ref. C 25.46 1805)
(5 µ — C = 250 mm — Ø int. = 4,6 mm)
— ou Dupont, Zorbax ODS
(5 µ — C = 250 mm — Ø int. = 4,6 mm)
— ou Phase SEP, sphérisorb ODS 2
(5 µ — C = 250 mm — Ø int. = 4,0 mm)
- 5.3.9. Pré-coluna
Bischoff K₁ Hypersil RP 18 (ref. K1 G 6301 1805) ou equivalente 5µ — C = 10 mm)
- 5.3.10. A coluna e a pré-coluna são ligadas por um sistema Ecotube (ref. A 15020508 Bischoff) ou equivalente
- 5.3.11. Efectuar a montagem (ponto 5.3.5) segundo o esquema do apêndice 2.
As ligações a seguir à válvula de injeção devem ser o mais curtas possível.
Neste caso, o tubo inox colocado entre a saída do reactor e a entrada do detector tem por objectivo arrefecer a mistura antes da detecção. A temperatura dentro do detector não é conhecida mas é constante.
- 5.3.12. Detector de UV visível
- 5.3.13. Registador
- 5.3.14. Centrifugadora
- 5.3.15. Banho de ultra-sons
- 5.3.16. Vibrador (tipo Vortex ou equivalente)
- 5.4. **Técnica**
- 5.4.1. Curva de calibração
Obtém-se medindo a altura dos picos em função da concentração.
As soluções-padrão obtêm-se por diluição da solução diluída de formaldeído padrão (ponto 5.2.19) na fase móvel (ponto 5.2.16) :
— 1,00 ml de solução-padrão (ponto 5.2.19) diluída a 20,00 ml → cerca de 185 µg/100 ml,
— 2,00 ml de solução-padrão (ponto 5.2.19) diluída a 20,00 ml → cerca de 370 µg/100 ml,
— 5,00 ml de solução-padrão (ponto 5.2.19) diluída a 25,00 ml → cerca de 740 µg/100 ml,
— 5,00 ml de solução-padrão (ponto 5.2.19) diluída a 20,00 ml → cerca de 925 µg/100 ml.
As soluções-padrão são guardadas durante uma hora à temperatura do laboratório e devem ser preparadas na altura.
A linearidade da curva de calibração é adequada para concentrações de 1,00 a 15,00 µg/ml.

5.4.2. Preparação de amostras.

5.4.2.1. *Emulsões* (cremes, bases, *eyeliners*)

Num frasco fechado de 100 ml, pesar cerca de 0,001 g de massa (m) de amostra em ensaio (em g), correspondente a uma quantidade pressuposta de cerca de 100 µg de formaldeído.

Juntar 20 ml de diclorometro (ponto 5.2.8) e 20,00 ml de ácido clorídrico (ponto 5.2.12).

Misturar utilizando o vibrador (ponto 5.3.16) e por ultra-sons (ponto 5.3.15).

Separar as duas fases por centrifugação (3 000 rotações/minuto durante dois minutos). À parte, lavar um cartucho (ponto 5.3.7) com 2 ml de metanol (ponto 5.2.7) e condicioná-lo com 5 ml de água (ponto 5.2.1).

Fazer passar 4 ml da fase aquosa do extracto através do cartucho condicionado, eliminar os primeiros 2 ml e recuperar a fracção seguinte.

5.4.2.2. *Loções e champôs*

Num frasco fechado de 100 ml pesar cerca de 0,001 g de massa (m) de amostra em ensaio (em g) correspondente a uma quantidade pressuposta de cerca de 500 µg de formaldeído.

Completar até 100 ml com a fase móvel (ponto 5.2.16).

A solução é filtrada através da membrana filtrante (ponto 5.3.6) e injectada ou passada através de um cartucho (ponto 5.3.7) condicionado como no ponto 5.4.2.1.

Todas as soluções devem ser injectadas extemporaneamente.

5.4.3. Condições cromatográficas:

— débito da fase móvel: 1 ml/mn,

— débito do reagente: 0,5 ml/mn,

— débito total à saída do detector: 1,5 ml/mn,

— volume injectado: 10 µl,

— temperatura de eluição: nas separações difíceis, a coluna é imersa num banho de gelo em fusão: aguardar que as temperaturas se equilibrem (quinze a vinte minutos),

— temperatura de reacção pós-coluna: 100 °C,

— detecção: 420 nm.

NB: O conjunto do sistema cromatográfico e pós-coluna deve ser lavado com água (ponto 5.2.1) depois da utilização. No caso de uma interrupção superior a dois dias, esta lavagem deve ser seguida de uma lavagem com metanol. Antes de recondicionar o sistema passá-lo por água para evitar recristalizações.

5.5. Cálculos

Emulsões (ponto 5.4.2.1):

Teor em formaldeído % (m/m):

$$\frac{C \cdot 10^{-6} \cdot 100}{5 \cdot m} = \frac{C \cdot 10^{-4}}{5 \cdot m}$$

Loções e champôs (ponto 5.4.2.2):

Teor em formaldeído:

$$\frac{C \cdot 10^{-6} \cdot 100}{m} = \frac{C \cdot 10^{-4}}{m}$$

em que:

m = massa em g da amostra submetida a análise,

C = concentração em µg/100 ml de formaldeído lida na curva de calibração (ponto 5.4.1).

5.6. Repetibilidade⁽¹⁾

Para um teor em formaldeído de 0,05 %, a diferença entre os resultados de duas dosagens paralelas efectuadas com a mesma amostra não deve ultrapassar 0,001 %.

Para um teor em formaldeído de 0,2 %, a diferença entre os resultados de duas dosagens paralelas efectuadas com a mesma amostra não deve ultrapassar 0,005 %.

⁽¹⁾ Segundo a norma ISO 5725.

*Apêndice 1***CONSTRUÇÃO DE UM TRICOTIN****ACESSÓRIOS UTILIZADOS PARA A CONSTRUÇÃO DO TRICOTIN :**

— um cilindro de madeira :

diâmetro externo de 5 cm ; no meio do cilindro é feito um furo de 1,5 cm. Pregam-se quatro puas de aço de forma a ficarem equidistantes (ver o esquema do cilindro nas figuras 1 e 2). Distância entre duas puas : 1,8 cm. Distância entre uma pua e o furo central : 0,5 cm,

— uma haste rígida (de tipo agulha de *crochet*), para fazer as laçadas a partir do tubo Teflon,

— tubo Teflon 1,6 mm — Ø int. 0,3 mm ; comprimento : cinco metros.

FUNCIONAMENTO DO TRICOTIN

Para fazer funcionar o Tricotin é necessário enfiar o tubo Teflon de cima para baixo através do tubo central do cilindro (deixando sair pela face inferior cerca de 10 cm de tubo, o que permitirá puxar ligeiramente o cordão que vai sendo confeccionado) e enrolar o tubo à volta de cada uma das quatro puas para efectuar a primeira volta (ver figura 3).

A entrada e a saída do Tricotin são providas de casquilhos e parafusos de pressão : é necessário ter cuidado para não esmagar o Teflon durante o engaste.

A partir da segunda volta fazer passar o tubo pelo exterior de cada pua, para em seguida formar uma laçada da seguinte forma :

— fazer passar o tubo da volta inferior sobre o tubo da volta superior com a ajuda da haste rígida (ver figura 4).

Este trabalho deve ser repetido para cada uma das puas, respeitando a ordem 1, 2, 3 e 4, até se obterem os cinco metros ou o comprimento desejado.

Deixar cerca de 10 cm de tubo para fechar o cordão. Passar o tubo por dentro de cada uma das quatro laçadas e puxar ligeiramente, fechando assim o cordão.

NB : Existem no mercado Tricotins fabricados para as reacções pós-coluna (Supelco).

Esquema do cilindro

Figura 1

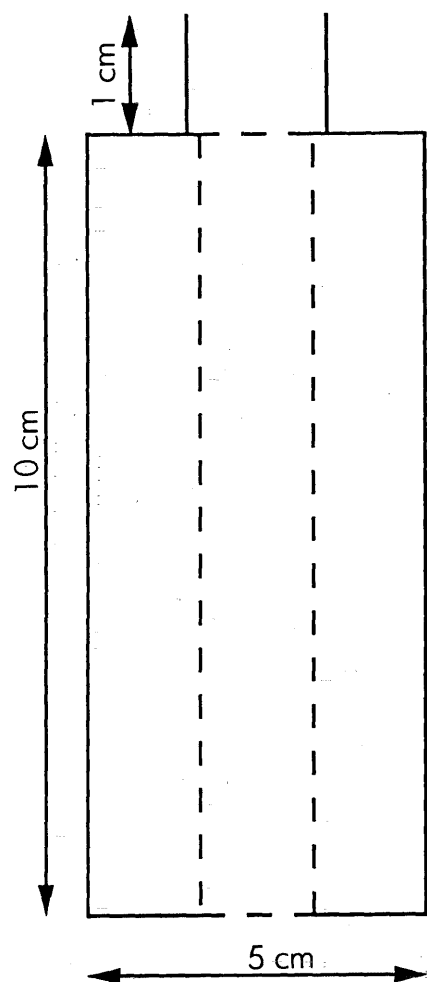


Figura 2

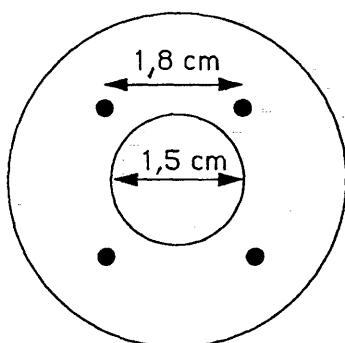
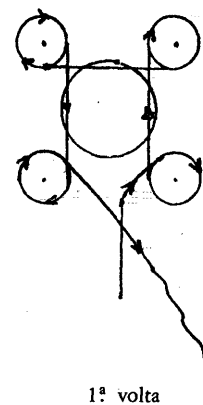
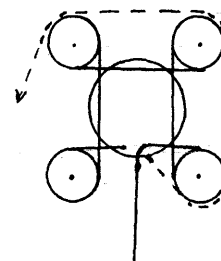


Figura 3



1ª volta

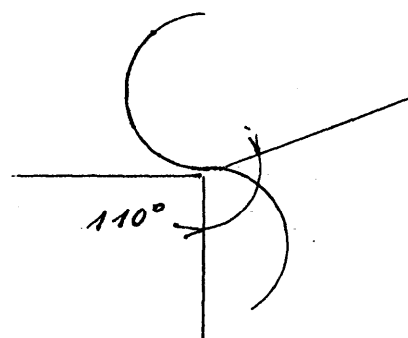
Figura 4



2ª volta

Para formar a laçada passar o tubo inferior (a cheio) por cima do 2º tubo (a tracejado)

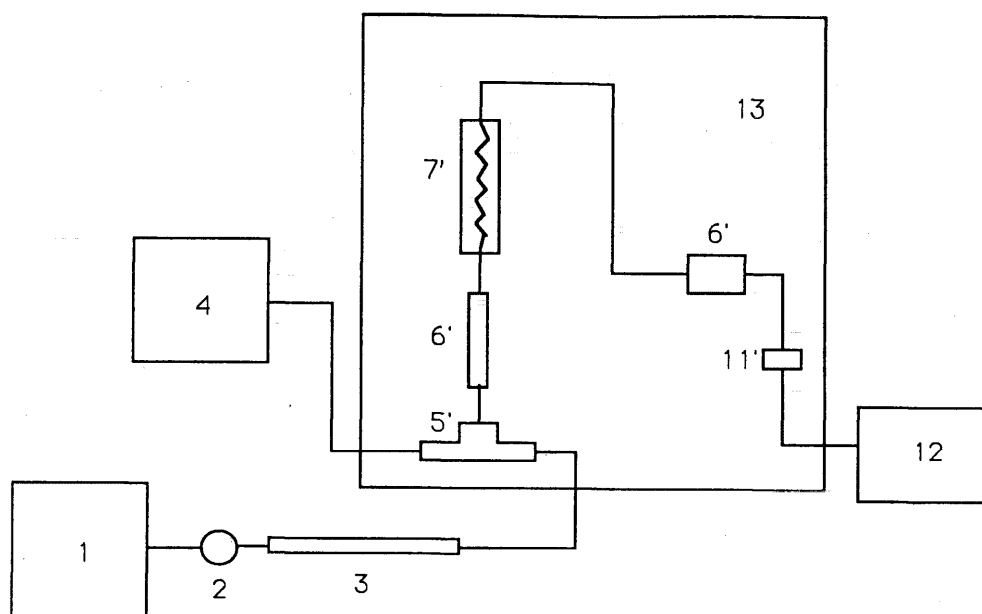
Figura 5



Apêndice 2

- 1 = Bomba HPLC (5.3.2)
- 2 = Válvula de injeção (5.3.4)
- 3 = Coluna com pré-coluna
- 4 = Bomba do reagente
- 5 = T sem volume morto
- 5' = T (Vortex)
- 6-6' = Junção «Union» sem volume morto
- 7 = Tricotin
- 7' = Reactor
- 8 = Balão de três tubuladuras com água a ferver
- 9 = Aquecedor de balões
- 10 = Refrigerante
- 11 = Tubo inox de troca térmica
- 11' = Dispositivo de troca térmica
- 12 = Detector de UV visível
- 13 = Módulo pós-coluna PCRS 520

5.3.5.



5.3.6.

