

Utilização de métodos analíticos na toxicologia forense para identificação de carbamatos presentes no chumbinho

Mariana Costa de Menezes

Farmacêutica graduada pelo Curso de Farmácia da Universidade Federal do Ceará.

Auriana Serra Vasconcelos

Farmacêutica graduada pelo Curso de Farmácia da Universidade Federal do Ceará.

Janete Eliza de Sá Soares

Professora doutora da Disciplina de Toxicologia de Alimentos, Departamento de Farmácia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará.

Wanderley Pinheiro de Holanda Junior

Perito farmacêutico, da Perícia Forense do Ceará (PEFOCE).

Teresa Maria de Jesus Ponte Carvalho

Professora doutora da Disciplina de Análises Toxicológicas, Departamento de Análises Clínicas e Toxicológicas da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará.

Resumo

As análises toxicológicas exercem papel importante na identificação de agentes tóxicos em materiais diversos. A metodologia de investigação de uma análise forense inicia-se por testes de triagem e em uma fase posterior através dos métodos de confirmação. Os métodos de triagem visam orientar os estudos dirigidos os quais são considerados métodos confirmatórios. O objetivo do trabalho foi desenvolver métodos cromatográficos qualitativos por Cromatografia em Camada Delgada (CCD) e Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) para identificação de aldicarb e carbofuran em amostras de raticidas comercializados ilegalmente (chumbinho). Por CCD, o agente cromogênico selecionado foi o cloreto de paládio em HCl e nebulização por carbonato de sódio e a fase móvel selecionada foi n-hexano:acetato de etila (50:50). Por CLAE, a fase móvel utilizada foi acetonitrila:água (55:45 v/v), pH 3,0 com ácido fosfórico (1:2, v/v). O comportamento cromatográfico por CCD foi: coloração amarela (aldicarb) e marrom (carbofuran), fator de retenção de 0,5 e 0,65, respectivamente. A presença de aldicarb e carbofuran foi evidenciada nas três amostras de chumbinho analisadas por CCD. Na análise confirmatória por CLAE, o aldicarb e carbofuran foram confirmados nas amostras 1 e 2, mas, apenas carbofuran foi confirmado na amostra 3. A CCD é um método de triagem menos seletivo e a CLAE é considerada um método de confirmação, sendo essencial na utilização em análises forenses. As condições cromatográficas utilizadas nas duas metodologias permitiram a diferenciação dos padrões analisados.

Palavras-chave: Chumbinho, Aldicarb, Carbofuran, CLAE, CCD

Abstract

The toxicological analyzes play an important role in the identification of toxic agents in different materials. The research methodology for forensic analysis begins with screening at a later stage with the methods of confirmation. The screening methods designed to guide directed study, since they indicate substances to be confirmed. The aim of this study was to develop chromatographic methods for qualitative Thin Layer Chromatography (TLC) and High Performance Liquid Chromatography (HPLC) for identification of aldicarb and carbofuran, in samples of rat poison sold illegally, the "chumbinho". By TLC, the chromogenic agent selected was palladium chloride in HCl, followed by spraying of sodium carbonate and the mobile phase selected was n-hexane: ethyl acetate (50:50). By HPLC, the mobile phase was acetonitrile:water (55:45 v/v), pH 3.0 with phosphoric acid (1:2, v/v). The TLC chromatographic behavior was: yellow (aldicarb) and brown (carbofuran), with retention factor of 0.5 and 0.65, respectively. The presence of aldicarb and carbofuran was detected in three samples of "chumbinho" analyzed by TLC. In confirmatory analysis by HPLC, the aldicarb and carbofuran were confirmed in samples 1 and 2, but only carbofuran was confirmed in the sample 3. The CCD is a less selective screening method and HPLC is considered a confirmatory method, emphasizing this use in forensic analysis. The chromatographic conditions used in the two methods allowed differentiation patterns analyzed.

Keywords: Chumbinho, Aldicarb, Carbofuran, HPLC, TLC

1 - Introdução

A Toxicologia Forense trata da aplicação da ciência dos toxicantes com o objetivo de elucidar um evento criminal (MOREAU; SIQUEIRA, 2008) e está intimamente ligada às Análises Toxicológicas, que são análises químicas capazes de quantificar e/ou identificar substâncias que causem efeitos tóxicos no organismo (KLAASSEN, 2008). Portanto, as análises toxicológicas exercem papel importante ao detectar e identificar agentes tóxicos em material biológico ou em materiais diversos como água, alimentos, medicamentos e produtos comercializados no mercado ilícito que estejam envolvidos em ocorrências policiais/legais (OGA et al., 2008).

A metodologia de investigação de uma análise forense inicia-se por testes gerais ou de triagem e em uma fase posterior recorre-se aos métodos de confirmação (RANGEL, 2003). Os métodos de triagem visam orientar o estudo dirigido, pois indicam substâncias a serem confirmadas, bem como excluem grupos. Os métodos dirigidos são considerados confirmatórios (MOREAU; SIQUEIRA, 2008).

A Cromatografia em Camada Delgada (CCD) tem sido empregada como método de triagem para a detecção de compostos carbâmicos, como o aldicarb (XAVIER et al., 2007) e a CLAE como método de confirmação (MELITO, 2004) com finalidade forense. A Cromatografia Líquida de Alta Eficiência é bastante utilizada como método de triagem ou confirmação e, juntamente com a espectrometria de massa, é a técnica de eleição para confirmação por fornecer máxima especificidade possível (MOREAU; SIQUEIRA 2008).

O praguicida conhecido por “chumbinho” é comercializado ilegalmente como raticida, sendo utilizado também em tentativas de suicídio e homicídios (MORAES, 1999; REBELO 2006). Atualmente, é um produto que tem papel importante nas intoxicações exógenas no Brasil por ser de fácil acesso e baixo custo, apresentando altos índices de mortalidade e morbidade, tornando-se um problema de Saúde Pública (SILVA, 2010) e um produto de interesse da Toxicologia Forense.

Logo, o desenvolvimento de métodos capazes de identificar substâncias de interesse forense, permite estabelecer nexos causais entre um determinado evento e um efeito, ou mesmo a tentativa deste, possibilitando a elucidação de uma investigação.

O objetivo do trabalho é padronizar métodos cromatográficos qualitativos por Cromatografia em Camada Delgada (CCD) e Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) para identificação de Aldicarb e Carbofuran em amostras de raticidas comercializados ilegalmente (chumbinho).

2 Materiais e Métodos

Trata-se de um estudo analítico, qualitativo, utilizando-se o método de Cromatografia em Camada Delgada (CCD) e Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). O trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Toxicologia do Curso de Farmácia da Universidade Federal do Ceará (UFC). Os carbamatos utilizados foram Aldicarb (Fluka® 99,9%) e Carbofuran (Aldrich® 98%) e as amostras apreendidas de chumbinho foram cedidas pela PEFOCE (Perícia Forense do Ceará).

2.1 Equipamentos e materiais

Foram utilizados os seguintes equipamentos: aparelho de CLAE com sistema de bombeamento, detector com arranjo de diodos (PDA) (Accela Thermo Scientific®) e sistema de aquisição de dados ChromQuest 5.0 (Thermo Scientific®); Coluna analítica ODS HYPERSIL (250 x 4,6 mm) da Thermo Scientific®; Bomba à vácuo GAST®; Balança Analítica de precisão RK®-200; Micropipetadores automáticos (PIPETMAN®Neo GILSON®); Sistema de purificação de água Purelab (ELGA®, com resistividade 18,2 MΩ.cm).

E, como reagentes: diclorometano, ácido fosfórico e acetona, para análise (VETEC® P.A). Metanol (ISO FAR®) e acetonitrila (J.T.Baker®), grau HPLC, além de cromatoplasmas para CCD (ALUGRAM® SIL G/UV 254).

MENESES, Mariana Costa de; VASCONCELOS, Auriana Serra; SOARES, Janete Eliza de Sá; JUNIOR, Wanderley Pinheiro de Holanda; CARVALHO, Teresa Maria de Jesus Ponte. Utilização de métodos analíticos na toxicologia forense para identificação de carbamatos presentes no chumbinho. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 5, n. 3, p. 28-41, Out. 2012.

2.2 Condições cromatográficas

Para a Cromatografia em Camada Delgada (CCD), foram preparadas soluções de aldicarb e carbofuran a 5 % em Metanol P.A. e as amostras de chumbinho foram maceradas, tendo o diclorometano P.A. como solvente extrator e aplicadas em cromatoplasmas.

Foram utilizados os seguintes reveladores: 1- Rodamina B 0,25 % Etanol; 2- Solução de Draggendorf: inicialmente foram preparadas as soluções estoque A (2g de nitrato básico de bismuto e 25 ml de ácido acético em 100 ml de água destilada) e B (Solução aquosa de iodeto de potássio 40 %). E em seguida a solução de uso: 10 ml da solução A, 10 ml da solução B, 20 ml de ácido acético e completando-se o volume com 100 mL de água destilada; 3- Cloreto de Paládio 0,5 % em HCl 10 %; 4- Carbonato de Sódio 10 %; 5- Reativo de Iodoplatinato: 1g de ácido hexacloroplatínico em 100 ml de água contendo 10g de iodeto de potássio (MORAES et al., 1991; BRITO FILHO, 1983 apud BELUTA, 2010; BULCÃO et al., 2010; XAVIER et al., 2007).

Foram testadas diferentes fases móveis, variando os solventes (n-hexano, clorofórmio, acetona, acetato de etila) e as proporções destes, a fim de escolher a fase com melhor separação das substâncias padrões analisadas (Tabela 1).

Para a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), a solução do padrão aldicarb foi preparada a 1 % em metanol e em seguida foi diluída obtendo-se uma concentração de 1 µg/mL. A solução estoque de carbofuran foi preparada na concentração de 200 µg/mL em acetonitrila grau HPLC. Diluindo-se a solução estoque com acetonitrila:água (50:50), obtiveram-se as soluções trabalho de 10 µg/mL e de 5 µg/mL, as quais foram armazenadas em frasco âmbar. Foi utilizado o comprimento de onda de 205nm e fase móvel constituída de solventes como água, acetonitrila e metanol testados em diferentes proporções e utilizando-se aditivos como o ácido fosfórico.

3- Resultados e Discussão

3.1 Análise das substâncias por CCD

Diversas fases móveis foram testadas (Tabela 1) e a fase composta por n-hexano/acetato de etila (50:50) foi a que apresentou uma melhor separação das substâncias padrões analisadas. Comparando-se as fases móveis testadas observou-se que ao utilizar um solvente de maior polaridade (clorofórmio *versus* hexano ou acetato de etila *versus* hexano), aumenta a capacidade de eluição dos padrões analisados. Logo, aumentando-se a proporção de acetato de etila, obteve-se um valor de Rf satisfatório e distinto entre os padrões analisados.

Tabela 1: Eluentes testados para CCD

Eluente	Aldicarb (Rf)	Carbofuran (Rf)
n-hexano/acetona (80:20)	0,17	0,20
Clorofórmio/acetona (70:30)	0,68	0,68
n-hexano/acetona 70:30	0,27	0,35
n-hexano/metanol/amônia 80:20:2	SR	SR
n-hexano/acetona 60:40	0,45	0,47
n-hexano/acetona 70:30	0,38	0,43
Hexano:acetato de etila 90:10	SR	SR
n-hexano/acetato de etila 50:50	0,50	0,65

SR: não houve eluição; Rf: fator de retenção

Os agentes cromogênicos (reveladores) utilizados em análises de carbamatos foram selecionados na literatura e utilizados individualmente e, em combinação. A Tabela 2 mostra a relação de colorações obtidas pelos padrões aldicarb e carbofuran após a revelação das placas.

A utilização de métodos químicos e físicos para detectar compostos após separação ou identificação por CCD é de fundamental importância, pois, através

destes artifícios, substâncias incolores como o aldicarb e carbofuran podem ser visualizadas (COLLINS et al.,2007). O Draggendorf iodado e o reagente de Iodoplatinato apesar de serem utilizados na identificação de alcalóides (TOUCHSTONE, 1992), não apresentou uma revelação satisfatória. E a Rodamina β , na presença do carbonato de cálcio, apresentou a formação de mancha rósea para os dois compostos analisados. O cloreto de paládio é um reagente cromogênico utilizado em marcha analítica para detecção de praguicidas (ALVES, 2005).

Dentre os sistemas reveladores testados, a revelação realizada com o cloreto de paládio seguido de nebulização por carbonato de sódio foi considerado o que apresentou melhor adequação para identificação de aldicarb e carbofuran no presente estudo, uma vez que o cloreto de paládio gera coloração distinta entre as substâncias analisadas, podendo a cor ser uma característica de diferenciação de aldicarb (colocação amarela) e carbofuran (coloração marrom). O carbonato de sódio age como fixador, ressaltando a cor e permitindo que a mancha fique visível por mais tempo do que se o cloreto de paládio fosse aplicado isoladamente.

TABELA 2: Comportamento dos padrões (aldicarb e carbofuran) frente aos diversos agentes cromogênicos utilizados no processo de revelação por CCD

Revelador	Aldicarb	Carbofuran
Iodoplatino	Branco fugaz	Branco fugaz
Rodamina β	Sem visualização	Sem visualização
Rodamina β e Na_2CO_3	Róseo claro	Róseo claro
Cloreto de Paládio	Amarelo	Branco
Draggendorf	Sem visualização	Sem visualização
Rodamina e Cloreto de Paládio	Róseo	Róseo
Cloreto de Paládio e Na_2CO_3	Amarelo	Marrom
Iodoplatino e Na_2CO_3	Sem visualização	Sem visualização

Na_2CO_3 – Carbonato de sódio

As três amostras de chumbinho apreendidas pela PEFOCE foram analisadas utilizando-se a fase móvel n-hexano/acetato de etila (50/50) e o sistema de revelação Cloreto de Paládio e Na_2CO_3 . As soluções das amostras foram posteriormente aplicadas na cromatoplaça juntamente com os padrões (aldicarb e carbofuran) (Tabela 3).

TABELA 3: Análise por CCD das amostras apreendidas.

Padrões/Amostras	Fator de Retenção (Rf)	Cores
Aldicarb	0,35	Amarela
Carbofuran	0,46	Marrom
Amostra 1	0,35 e 0,46	Amarela / Marrom
Amostra 2	0,35 e 0,46	Amarela /Marrom
Amostra 3	0,35e 0,46	Amarela /Marrom

Condições CCD: Fase Móvel (n-hexano:acetato de etila- 50:50);

Revelação: Cloreto de Paládio e Na_2CO_3

A análise qualitativa de uma substância realiza-se através da cor da mancha e de seu fator de retenção (COLLINS et al., 2007). As amostras analisadas apresentaram comportamentos semelhantes aos padrões, suspeitando-se após a CCD da presença dos compostos aldicarb e carbofuran nos produtos apreendidos, cujos resultados serão confirmados pela CLAE.

3.2- Análise das substâncias por CLAE

Foram utilizadas a solução estoque 200 $\mu\text{g/ml}$ em acetonitrila e soluções de trabalho de 5 $\mu\text{g/ml}$ e 10 $\mu\text{g/ml}$ (Água:ACN 1:1). O ideal é que o solvente utilizado no preparo das soluções de análise seja o mesmo da fase móvel, para que não sofra precipitação no injetor ou na coluna (COLLINS et al., 2007).

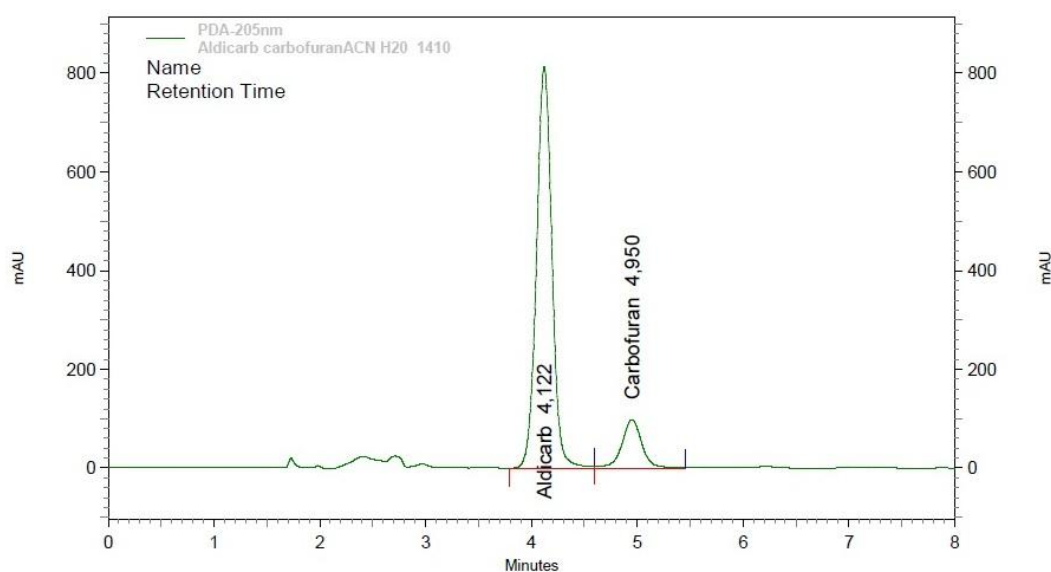
Entre os comprimentos de onda analisados, aquele que se obteve máxima absorção foi o de 205 nm. Dentre as composições apresentadas, a que forneceu melhor resolução e separação dos analitos foi a mistura acetonitrila:água (55:45,v/v), acidificada até pH 3,0 com ácido fosfórico (1:2, v/v).

MENESES, Mariana Costa de; VASCONCELOS, Auriana Serra; SOARES, Janete Eliza de Sá; JUNIOR, Wanderley Pinheiro de Holanda; CARVALHO, Teresa Maria de Jesus Ponte. Utilização de métodos analíticos na toxicologia forense para identificação de carbamatos presentes no chumbinho. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 5, n. 3, p. 28-41, Out. 2012.

Devido à polaridade da fase estacionária em CLAE, normalmente mais apolar que a móvel, quanto mais hidrofóbico for o analito analisado, mais ele é retido. Ao acidificar a fase móvel, o analito se torna ionizado, fica menos hidrofóbico e diminui a sua retenção na fase estacionária (KURZ, 2007). Por isso, para garantir melhor separação e resolução dos analitos em estudo é necessária a acidificação da fase móvel.

Foi realizada a análise dos padrões aldicarb e carbofuran em soluções distintas e posteriormente em uma única solução, observando-se que os padrões analisados (aldicarb – 4,1 min e carbofuran – 4,9 min), logo havendo separação das substâncias nas condições de análise portanto, identificados de maneira satisfatória. O cromatograma a seguir ilustra o comportamento obtido por esta análise (Figura 1).

FIGURA 1: Cromatograma padrões de aldicarb e carbofuran em CLAE UV- 205nm, coluna ODS HYPERSIL. Fase móvel ACN:H₂O (55:45) com H₃PO₄ (1:2) pH 3; fluxo 1ml/min.

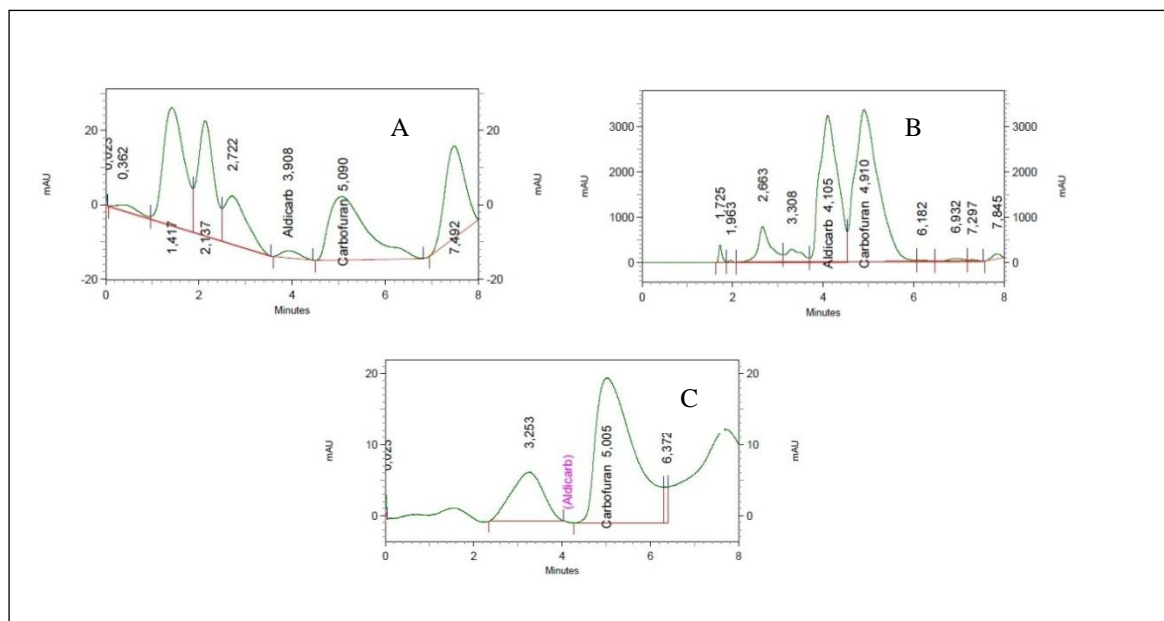


As amostras de chumbinho apreendidas pela PEFOCE e extraídas com diclorometano foram analisadas por CLAE nas mesmas condições de análise que os padrões de aldicarb e carbofuran (Figura 2).

MENESES, Mariana Costa de; VASCONCELOS, Auriana Serra; SOARES, Janete Eliza de Sá; JUNIOR, Wanderley Pinheiro de Holanda; CARVALHO, Teresa Maria de Jesus Ponte. Utilização de métodos analíticos na toxicologia forense para identificação de carbamatos presentes no chumbinho. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 5, n. 3, p. 28-41, Out. 2012.

Nos cromatogramas A e B, referentes às amostras 1 e 2, respectivamente, pôde-se identificar a presença de Aldicarb (tempo de retenção = 4,1 na amostra 1 e 3,9 na amostra 2) e carbofuran (tempo de retenção = 4,9 na amostra 1 e 5,0 na amostra 2). Enquanto que no cromatograma C referente à amostra 3, observa-se apenas a presença do carbofuran (tempo de retenção = 5,0).

FIGURA 2: Cromatogramas das amostras de chumbinho em CLAE UV- 205nm, coluna ODS HYPERSIL em fase móvel ACN:H₂O (55:45) com H₃PO₄ (1:2) até pH 3; fluxo 1ml/min. A- Amostra 1. B – Amostra 2. C – Amostra 3.



Em todos os cromatogramas obtidos foi possível observar o aparecimento de picos que não correspondiam aos padrões analisados. Por tratar-se de amostras impuras e não de padrões, tal comportamento já era esperado.

Novos procedimentos para o preparo da amostra devem ser testados como a extração em fase sólida, a fim de que seja eliminado o maior número de interferentes. O preparo da amostra tem como objetivo a remoção dos componentes interferentes das amostras, a extração dos analitos da matriz estudada, além do enriquecimento seletivo das substâncias a serem analisadas (MOREAU; SIQUEIRA, 2008).

MENESES, Mariana Costa de; VASCONCELOS, Auriana Serra; SOARES, Janete Eliza de Sá; JUNIOR, Wanderley Pinheiro de Holanda; CARVALHO, Teresa Maria de Jesus Ponte. Utilização de métodos analíticos na toxicologia forense para identificação de carbamatos presentes no chumbinho. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 5, n. 3, p. 28-41, Out. 2012.

4- Conclusão

As condições cromatográficas obtidas e selecionadas durante o estudo permitiram a diferenciação dos carbamatos estudados, sendo possível a padronização do método por CCD e por CLAE para identificação de Aldicarb e Carbofuran em amostras de raticidas comercializados ilegalmente (chumbinho).

A análise por CCD com fase móvel n-hexano/acetato de etila (50/50) e revelação com cloreto de paládio e carbonato de sódio, identificou a presença de Aldicarb e Carbofuran nas três amostras estudadas. Já o método por CLAE UV-205nm, coluna ODS HYPERSIL, fase móvel ACN:H₂O (55:45) com H₃PO₄ (1:2) até pH 3; fluxo 1ml/min., indicou a presença de Aldicarb e Carbofuran nas amostras 1 e 2 e a presença de apenas Carbofuran na amostra 3.

Isto se justifica, uma vez que a CCD é um método de triagem e menos seletivo. Os resultados de triagem orientam os métodos dirigidos, considerados confirmatórios. A CLAE é considerada um método de confirmação (MOREAU; SIQUEIRA, 2008). Portanto, pode-se afirmar que as amostras 1 e 2 possuem Aldicarb e Carbofuran em sua composição e que a amostra 3 possui apenas Carbofuran em sua composição, não sendo identificada a presença de Aldicarb.

5- Referências

ALVES, S.R. **Toxicologia Forense e Saúde Pública**: desenvolvimento e avaliação de um sistema de informações como ferramenta para a vigilância de agravos decorrentes da utilização de substâncias químicas. 151f. Tese (Doutorado) - Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2005.

BELLUTA, I. et al. Avaliação temporal e espacial no córrego do Cintra (Botucatu-SP) frente aos defensivos agrícolas e parâmetros físico-químicos de qualidade da água: um estudo de caso. **Rev. Energia Agric.**, Botucatu, v. 25, n. 2, p.54-73, 2010.

MENESES, Mariana Costa de; VASCONCELOS, Auriana Serra; SOARES, Janete Eliza de Sá; JUNIOR, Wanderley Pinheiro de Holanda; CARVALHO, Teresa Maria de Jesus Ponte. Utilização de métodos analíticos na toxicologia forense para identificação de carbamatos presentes no chumbinho. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 5, n. 3, p. 28-41, Out. 2012.

BULCÃO, R.P. et al. Intoxicação em cães e gatos: diagnóstico toxicológico empregando cromatografia em camada delgada e cromatografia líquida de alta pressão com detecção ultravioleta em amostras estomacais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.5, p.1109-1113, 2010.

COLLINS, C.H. et al. **Fundamentos de cromatografia**. Campinas: Unicamp. 2ª Ed. 451 p. 2007.

KLAASSEN, C. D. **Carasett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons**. 7th ed. Kansas City: Mcgraw-hill. 1309 p. 2008

KURZ, M. H. S. **Estudo de métodos empregando extração em fase sólida e análise por HPLC-DAD e GC-ECD para a determinação de resíduos de pesticidas em águas e da degradação a campo**. 161 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

MELITO, A. L. **Metodologia para identificação cromatográfica de aldicarb em sangue de cães e gatos intoxicados**. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MORAES, E. C. F.; SZNELWAR, R. B.; FERNICOLA, N. A. G. **Manual de Toxicologia Analítica**. São Paulo: Livraria Roca, 229 p. 1991.

MORAES, A. C. L. **Contribuição para o estudo da intoxicação humana por carbamatos: o problema do "chumbinho" no Rio de Janeiro**. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 1999.

MENESES, Mariana Costa de; VASCONCELOS, Auriana Serra; SOARES, Janete Eliza de Sá; JUNIOR, Wanderley Pinheiro de Holanda; CARVALHO, Teresa Maria de Jesus Ponte. Utilização de métodos analíticos na toxicologia forense para identificação de carbamatos presentes no chumbinho. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 5, n. 3, p. 28-41, Out. 2012.

MOREAU, R. L. M.; SIQUEIRA, M. E. P. B. **Toxicologia Analítica**. 1ª Ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,. 2008.

OGA, S.; CAMARGO, M. M. A.; BATISTUZZO, J. A. O. **Fundamentos de toxicologia**. 3ª Ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

RANGEL, R. **Noções gerais sobre outras Ciências Forenses**. Porto: Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, 58 p. 2003.

REBELO, F.M. **Intoxicações por Agrotóxicos e Raticidas no Distrito Federal em 2004 e 2005**. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SILVA, A. C. S; VILELA, F. P; BRANDÃO I, G. M. O. N. Intoxicação exógena por “chumbinho” como forma de autoextermínio no Estado de Goiás, 2003 - 2007. **Rev. Eletrônica Enferm.** Goiânia, v. 12, n.4, p.686-691, 2010.

TOUCHSTONE, J. C. **Practice of thin layer chromatography** 3th ed. Pensilvânia: John Wiley & Sons, 1992.

XAVIER, F.G. et al. Cromatografia em camada delgada para o diagnóstico da intoxicação por aldicarb (“chumbinho”) em cães e gatos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, São Paulo, v. 59, n. 5, p.1231-1235, 2007.

XAVIER, F. G. **Intoxicação por Aldicarb ("Chumbinho")**: I- Estudo das alterações post mortem microscópicas em cães e gatos II - Avaliação dos efeitos tóxicos em camundongos. 2008. 201 f. Tese (Doutorado) - Curso de Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MENESES, Mariana Costa de; VASCONCELOS, Auriana Serra; SOARES, Janete Eliza de Sá; JUNIOR, Wanderley Pinheiro de Holanda; CARVALHO, Teresa Maria de Jesus Ponte. Utilização de métodos analíticos na toxicologia forense para identificação de carbamatos presentes no chumbinho. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 5, n. 3, p. 28-41, Out. 2012.