RESÍDUOS DE PESTICIDAS ORGANOCLORADOS E
ORGANOFOSFORADOS NA BACIA DO RIO ATOYA, CHINANDEGA,
NICARÁGUA

JOSÉ ANTÔNIO ALVARES CASTILHO *

NORBERT FENZL **

SALVADOR MONTENEGRO GUILLEN ***

FERNANDA S. NASCIMENTO ****

A bacia hidrográfica do rio Atoya situada no Departamento de Chinandega, uma das maiores regiões produtoras de algodão da Nicarágua, é alvo de intensas e constantes aplicações de pesticidas. Com o objetivo de estudar a variação das concentrações de resíduos de pesticidas organoclorados e organofosforados entre a época de seca (novembro-abril) e de chuva (maio-junho) nessa região, analisaram-se amostras de águas e de sedimentos de rios e de poços de pontos estrategicamente selecionados. De modo geral, as maiores concentrações dos pesticidas das águas e dos sedimentos foram detectados no período de seca. Os compostos DDT, DDD, DDE e toxafeno são os resíduos organoclorados encontrados com maior frequência, tanto nas águas como nos sedimentos, enquanto que endrin, aldrin, dieldrin e lindano dominam nas águas de rios e de poços. Os compostos organofosforados raramente foram detectados, entretanto resíduos de etion, metil-paration e etil-paration foram encontrados em altas concentrações em algumas amostras de águas de rios e de poços. Na amostra fracionada verificou-se tendência da maioria dos organoclorados em se acumular nas frações finas, ricas em matéria orgânica, a exceção do DDE que se acumula nas frações grossas.

* Mestre/Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos/Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN), Managua, Nicaragua.

** Doutor, Pesquisador/Departamento de Geoquímica/Centro de Geociências/Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA.

*** Diretor do Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos/Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN), Managua, Nicaragua.

**** Doutora, UFPA, Belém, PA.

1 INTRODUÇÃO

O Departamento de Chinandega é, desde 1950, um dos maiores produtores de fibra de algodão da zona agrícola do noroeste da Nicarágua. Devido às características geográficas e econômicas, a região sofreu considerável impacto ambiental com o desflorestamento de extensas áreas para plantação do algodão e com a aplicação de grandes quantidades de pesticidas sem precauções ambientais (3, 4).

A área em estudo é a bacia hidrográfica do rio Atoya, que corta o Departamento de Chinandega de norte a sul, sendo considerado o principal receptor de pesticidas utilizados no combate às pragas da cultura do algodão (Figura 1).

O sistema hídrico dos rios Atoya-Sasana caracteriza-se por um lado, pelo assoreamento pronunciado devido a ação das marés e por outro lado, pela vazante no verão. Os rios drenam uma área de 340 km², composta de solos agrícolas cultivados e deságuam no estuário de Aserradores, Maderas Negras, El Naranjo, Pasacaballos e Doña Paula, caracterizados pela grande diversidade biológica.

Os pesticidas são produtos químicos orgânicos (sintetizados de extratos de plantas como a nicotina) ou inorgânicos (sintetizados de sais inorgânicos de compostos de arsênio), utilizados no combate às pragas na agricultura. Estes compostos caracterizam-se pela solubilidade, volatilidade e toxidez, e pela capacidade de mutação quando são acumulados em tecidos orgânicos. No organismo humano, os pesticidas podem causar anemia aguda, doenças na estrutura óssea, doenças teratogênicas e embriológicas, etc (5, 6, 7).

Com o presente trabalho estudou-se a variação das concentrações de resíduos pesticidas organoclorados (pp-DDT, pp-DDD, pp-DDE, toxafeno, endrin, aldrin, dieldrin, lindano, β -endossulfan, heptacloro,

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO TRABALHO

α -HBC e heptacloro-epóxido) e organofosforados (mocat, naled, metil-paration, malation, etil-paration, fention, disiston, gution, etion, edifenos, coumafos e zolone) nas águas e nos sedimentos da bacia do rio Atoya e nas águas de alguns poços escolhidos, entre a época seca e a chuvosa. Além disso, verificou-se a distribuição dos resíduos de pesticidas nas diversas frações granulométricas e na matéria orgânica dos sedimentos.

Esta pesquisa é o resultado parcial do programa de colaboração das seguintes instituições: Instituto de Cooperação Internacional (Áustria), Centro de Pesquisa de Recursos Aquáticos (CIRA) da Universidade Nacional Autônoma da Nicarágua (UNAN), Agência Danesa de Cooperação para o Desenvolvimento (DANIDA) e da Universidade Federal do Pará (UFPA).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 COLETA

Realizaram-se duas campanhas de amostragem. A primeira, entre julho e agosto de 1993, durante o período seco, e a segunda, entre novembro e dezembro do mesmo ano, no final das chuvas.

Coletaram-se 80 amostras de água (de 5 L cada) e 50 amostras de sedimentos (de 300 g cada) de 32 pontos estrategicamente selecionados ao longo do rio Atoya e tributários, bem como de poços. Entretanto, no texto, nas tabelas e nas figuras somente são mencionados os pontos cujas amostras apresentaram resíduos orgânicos (Figura 1).

As amostras de água (preservadas com n-hexano) e as de sedimento foram conservadas sob refrigeração até serem analisadas no laboratório.

2.2 TRATAMENTO E ANÁLISE

Os métodos de análises de resíduos de pesticidas das águas e dos sedimentos obedeceram às técnicas empregadas no CIRA (1).

2.2.1 Águas

As amostras de águas foram submetidas aos seguintes procedimentos analíticos:

- Homogeneização (agitação da amostra na garrafa);
- Determinação dos parâmetros físico-químicos (pH; temperatura; turbidez; condutividade elétrica; oxigênio dissolvido; DBO; DQO, alcalinidade total; dureza total);
- Limpeza da amostra (método da coluna cromatográfica de adsorção com sílica gel; eliminação do enxofre; destruição ácida; destruição alcalina);
- Extração da amostra (5 L da amostra + 50 mL de n-hexano + 50 mL de metil-tetra-butil éter; 1 mL de solução de padrão analítico para organoclorados e organofosforados; 3 h de agitação);
- Extração da fase orgânica (filtração da fase orgânica em funil de vidro + fibra de vidro + 2 g de Na_2SO_4 ; lavagem com n-hexano e extração dos resíduos);
- Reconcentração do extrato da amostra (evaporação em banho-maria a 40°C; centrifugação a 96 rpm até 3 mL; evaporação com N_2 a 0,5 mL; aferição com n-hexano a 1 mL);
- Injeção no cromatógrafo (200 μL do extrato + 100 μL do padrão interno (I.S. isodrim 200 ppb); aferição com n-hexano a 1 mL; amostra ao volume de 1,5 mL).

2.2.2 Sedimento

A seqüência analítica empregada para as amostras de sedimentos foi:

a) Cromatografia de gás

- Homogeneização (300 g de amostra úmida);
- Peneiramento (amostras de 4 pontos específicos; frações <600 μm (A), <100 μm (B); <100 μm (C) e <63 μm (D));
- Desidratação (centrifugação das amostras homogeneizadas (20 g) e fracionadas (10 g);
- Extração da fase aquosa (10 g de sedimento + 10 mL de acetona + centrifugação; 1,0 g de Na_2SO_4 + 20 mL de n-hexano; sedimento + 20 mL de n-hexano + centrifugação; sedimento + 10 mL de n-hexano + centrifugação);
- Separação da fase orgânica (agitação em funil de separação);
- Extração da solução-extrato (evaporação em banho-maria a 35°C e centrifugação a 96 rpm até 5 mL; diluição com n-hexano; aferição com n-hexano ao volume de 10 mL);
- Reconcentração do extrato da amostra (evaporação em banho-maria a 60°C e centrifugação a 96 rpm; evaporação com fluxo de N_2 a 2 mL; aferição com n-hexano ao volume de 10 mL).

Injetou-se 1,5 mL da solução final no cromatógrafo, em condições ácidas e em condições alcalinas para determinação dos complexos organoclorados e organofosforados. A amostra fracionada foi analisada especificamente para resíduos organoclorados.

O aparelho utilizado para as determinações de resíduos de pesticidas, tanto das águas como dos sedimentos foi o (EDC) Ni_{63}

Cromatógrafo de Gás, com detector de captura de elétrons. As medidas foram quantificadas através do método empregado no CIRA/UNAN (2).

b) Determinação da matéria orgânica

Procedeu-se a análise da orgânica nas mesmas amostras escolhidas para o fracionamento, pesando-se 20 g das amostras homogeneizadas úmidas, que foram submetidas ao aquecimento (mufla) em seqüências crescentes de temperatura de 105°C (8 h) e 550°C (1 h). Assim, a substância orgânica foi expressa em percentagem da diferença de peso entre os dois procedimentos (1).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DISTRIBUIÇÃO DOS PESTICIDAS EM RELAÇÃO AO CICLO PLUVIOMÉTRICO

3.1.1 Águas

No período seco, nas águas do rio Atoya, dominam os compostos organoclorados **toxafeno** (63,2-332 ng/L) e **DDE** (1,3-46,4 ng/L), detectados em cerca de 60% dos casos, seguidos pelo DDD (2,0-24,55 ng/L) e endrin (1,65-9,0 ng/L), presentes em 40% das amostras. Os resíduos mais raramente encontrados foram os de DDT, lindano, dieldrin e de β -35 endossulfan (Tabela 1 e Figura 2).

No período de chuva, da mesma forma que na época de seca, os pesticidas mais encontrados foram **toxafeno** (40,0-453 ng/L) e **DDE** (2,9-14,5 ng/L), detectados em 90% das amostras, seguidos pelo DDD (5,85-16,21 ng/L) e endrin (3,0-22,0 ng/L), presentes em 50%. Neste período entre os resíduos mais raros, encontram-se o α -HBC e o heptacloro, além dos compostos de DDT, dieldrin, lindano e β -endossulfan (Tabela 2 e Figura 2).

TABELA 1 - PESTICIDAS ORGANOCLORADOS DAS ÁGUAS (ng/L) DO RIO ATOYA, CHINANDEGA, NICARÁGUA - PERÍODO SECO (1993)

TOXAFENO (5,0 ng/L)*	pp-DDE	pp-DDD	ENDRIN (0,1 ng/L)*	pp-DDT (42,0 ng/L)*	LINDANO (56,0 ng/L)*	DIELDRIN (17,0 ng/L)*	β- ENDOSSULFAN
1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2
09 (332)	22 (46,4)	24 (24,55)	19 (9,0)	22 (26,8)	21 (19,0)	13 (2,8)	16 (1,4)
23 (321)	24 (7,8)	23 (8,3)	24 (7,9)	24 (8,0)	09 (14,0)		
21 (242,2)	25 (4,9)	25 (7,4)	13 (4,0)	18 (8,0)	22 (5,9)		
22 (182)	17 (4,2)	17 (5,3)	05 (2,5)	17 (4,0)	17 (3,0)		
13 (165)	16 (4,0)	19 (4,3)	17 (1,7)				
18 (149)	09 (2,45)	18 (2,0)	18 (1,65)				
24 (121)	05 (1,3)						
25 (63,2)							

1 - amostra; 2 - concentração

ng - nanograma.

* - valores máximos aceitáveis de substâncias químicas tóxicas nas águas (1).

FIGURA 2 - RESÍDUOS DE DDD, DDE, DDT TOXAFENO DAS ÁGUAS DO RIO ATOYA - CHINANDEGA, NICARÁGUA - 1993

TABELA 2 - PESTICIDAS ORGANOCLORADOS DAS ÁGUAS (ng/L) DO RIO ATOYA, CHINANDEGA, NICARÁGUA, PERÍODO DE CHUVA (1993)

TOXAFENO (5,0 ng/L)*	pp-DDE		pp-DDD		ENDRIN (0,1 ng/L)*		pp-DDT (42,0 ng/L)*		DIELDRIN (17,0 ng/L)*		LINDANO (56,0 ng/L)*		β- ENDOSSULFAN		α-BHC		HEPTACLORO (18,0 ng/L)*	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
08 (453)	25	(14,5)	21	(16,21)	13	(22,0)	22	(12,75)	22	(10,1)	23	(3,75)	22	(3,3)	16	(2,3)	09	(4,0)
10 (332)	08	(11,6)	17	(12,1)	23	(9,8)	17	(4,25)	17	(5,65)	18	(2,9)	09	(2,1)	17	(0,7)		
16 (255)	22	(8,8)	10	(10,1)	24	(7,1)	05	(1,9)										
22 (242)	16	(8,3)	16	(9,5)	19	(6,8)												
21 (200)	05	(8,1)	19	(7,4)	10	(6,7)												
17 (200)	19	(7,3)	23	(6,3)	24	(5,3)												
24 (170,5)	17	(6,9)	18	(5,85)	18	(3,0)												
23 (149,4)	21	(6,1)																
25 (127,9)	10	(5,8)																
19 (93,9)	18	(3,3)																
09 (73,0)	23	(3,3)																
18 (49,9)	09	(2,9)																
05 (40,0)																		

1- amostra; 2- concentração; *- valores máximos aceitáveis de substâncias químicas tóxicas nas águas (1).
ng - nanograma.

Comparando-se os teores encontrados com os limites aceitáveis de substâncias químicas tóxicas nas águas, observam-se concentrações extremamente elevadas de **endrin**, que ultrapassam de 20 a 250 vezes o teor limite, e de **toxafeno**, que chegam a valores 8 a 100 vezes acima do limite. Estes compostos representam os pesticidas mais tóxicos e estáveis, que provocam em seres humanos sobretudo doenças no sistema nervoso central (5).

Os resíduos de compostos organofosforados são os mais raros, embora tenham sido detectados vários tipos destes, tanto nas amostras de águas de rios como nas de poços. Nas amostras do rio Atoya foram encontrados resíduos de etion, etil/metil-paration, mocap, naled, malation, coumafós, edifenos e gution (Tabela 3).

No **período seco**, nas amostras de águas de poços, os compostos orgânicos mais freqüentes foram o **toxafeno** 185-1472,8 ng/L) e o **endrin** (2,5-9,0 ng/L), enquanto que os mais raros foram o aldrin, o β-endossulfan, o DDD e o DDT. Nestas amostras, detectou-se a maior concentração de toxafeno, 1472,8 ng/L, cerca de 300 vezes acima do limite aceitável em águas. Além disso, uma amostra apresentou concentração de endrin (6,5 ng/L), que ultrapassou 65 vezes o limite aceitável (Tabela 4 e Figura 3).

No **período de chuva**, o **toxafeno** (13-187 ng/L) e o **DDE** (0,5-4,1 ng/L) foram detectados com certa freqüência, ao contrário do dieldrin, aldrin, endrin e o DDD (Tabela 5, Figura 4).

Os compostos organofosforados foram detectados em apenas 6 amostras de águas de poços. Entre os dois períodos amostrados encontraram-se resíduos de etil-paration, metil-paration, etion, mocap, disiston, zolone e fetion (Tabela 2).

TABELA 3 PESTICIDAS ORGANOFOSFORADOS DAS ÁGUAS DO RIO ATOYA E DE POÇOS (EM ng/L), CHINANDEGA, NICARÁGUA

	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
E-PARATION	21-II	(355,2)	26-I***	(99,8)	22-I	(49,1)	13-II	(20,15)	14-II	(15,6)	07-I***	<LD	27-I***	<LD	27-II***	<LD				
ETION	10-I	(74,3)	26-I***	(36,0)	05-II	<LD	10-II	<LD	14-I	<LD	15-I	<LD								
M-PARATION	22-II	(241,9)	15-II	(52,6)	26-I***	(15,0)	01-I	(4,5)	01-II	<LD										
MOCAP	26-II***	(9,9)	01-II	<LD	18-II	<LD														
NALED	09-I	(264,4)	05-II	(33,4)																
MALATION	22-II	(346,8)	05-II	<LD																
DISISTION	06-II***	(38,9)	07-I***	<LD																
COUMAFOS	10-II	(18,75)	10-I	<LD																
EDIFENOS	10-I	<LD	10-II	<LD																
ZOLONE	26-I***	(58,75)																		
FENTION	06-II***	(6,5)																		
GUTION	09-I	<LD																		

1- amostra; 2- concentração; I- época seca; II- época de chuva; ***- água de poço, LD- limite de detecção.
ng = nanograma.

TABELA 4 - PESTICIDAS ORGANOCLORADOS DAS ÁGUAS (ng/L) POÇOS DA ZONA AGRÍCOLA DE CHINANDE NICARÁGUA - PERÍODO SECO (1993)

TOXAFENO		ENDRIN		ALDRIN		β		pp-DDD		pp-DD
(5,0 ng/L)*		(0,1 ng/L)*		(17,0 ng/L)*		ENDOSSULFAN				(42,0 ng)
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
07	(1472,8)	14	(9,0)	14	(9,2)	15	(8,8)	15	(7,65)	06
15	(224,2)	06	(3,4)	—	—	—	—	—	—	—
20	(185)	05	(2,5)	—	—	—	—	—	—	—

* = valores máximos aceitáveis de substâncias químicas tóxicas nas águas (1).
1 = amostra; 2 = concentração.
- = não determinado.
ng = nanograma.

FIGURA 3 - PESTICIDAS ORGANOCLORADOS DAS ÁGUAS POÇOS DA REGIÃO DE CHINANDEGA, NICARÁGUA PERÍODO DE SECA (1993)

TABELA 5 - PESTICIDAS ORGANOCLORADOS DAS ÁGUAS (ng/L) DE POÇOS DA ZONA AGRÍCOLA DE CHINANDEGA, NICARÁGUA - PERÍODO DE CHUVA (1993)

TOXAFENO (5,0 ng/L)*		pp-DDE		DIELDRIN (17,0 ng/L) *		ALDRIN (17,0 ng/L) *		ENDRIN (0,1 ng/L) *		pp-DDD	
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
15	(187)	15	(4,1)	14	(8,5)	06	(0,4)	14	(6,5)	14	(0,9)
14	(115)	06	(1,1)	06	(0,85)	14	(1,8)				
26	(16,0)	26	(0,7)								
06	(13,0)	20	(0,5)								

* = valores máximos aceitáveis de substâncias químicas tóxicas nas águas (CIRA, 1992).

1 = amostra.

2 = concentração.

ng = nanograma.

3.1.2 Sedimentos

No período seco, nas amostras dos sedimentos do rio Atoya, destacam-se os resíduos de **DDE** (3,3 a 450 ng/L), encontrados em 85% dos casos, **DDD** (1,9 a 228 ng/L) e **DDT** (6,6 a 95,5 ng/L), detectados em cerca de 58% das amostras, seguidos de toxafeno (91 a 1020 ng/L), presente em apenas 6 dos pontos amostrados. Os resíduos mais raramente encontrados foram de aldrin, endrin, dieldrin e de lindano (Tabela 6 e Figura 5).

FIGURA 4 - PESTICIDAS ORGANOCLORADOS DAS AMOSTRAS DE ÁGUAS DE POÇOS DA REGIÃO DE CHINANDEGA, NICARÁGUA - PERÍODO DE CHUVA (1993)

No período de chuva, os compostos mais frequentes foram o **DDE** (1,3 a 98,5 ng/L) e o **DDT** (3,3 a 18,1 ng/L), o primeiro, detectado em cerca de 90% das amostras e o segundo, em 50%, respectivamente. Os resíduos mais raramente encontrados foram os dos compostos do DDD, β -endossulfan, aldrin, toxafeno, α -endossulfan, endrin e do heptacloro. Nestas amostras, as concentrações da maioria dos pesticidas foram relativamente menores que na época seca (Tabela 7, Figura 5).

TABELA 6 - PESTICIDAS ORGANOCLORADOS DOS SEDIMENTOS DE FUNDO DO RIO ATOYA ng(g), CHINANDEGA, NICARÁGUA - PERÍODO DE SECA (1993)

	pp-DDE		pp-DDD		pp-DDT		TOXAFENO		ALDRIN		ENDRIN		DIELDRIN		LINDANO	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
25	(450,1)	08	(228)	16	(95,5)	16	(1020)	05	(17,6)	17	(14,2)	17	(12,5)	25	(1,4)	
13	(386,8)	16	(160)	08	(94,5)	08	(991,7)	17	(1,4)							
08	(334,7)	05	(62,1)	13	(71,5)	19	(771)									
25	(326,7)	13	(60,6)	05	(5,45)	25	(282,5)									
05	(197,8)	25	(55,5)	25	(8,0)	17	(156)									
19	(9,7)	24	(2,45)	19	(6,6)	23	(91)									
10	(9,1)	09	(1,9)	17	<LD											
22	(5,1)	18	<LD													
09	(4,9)															
17	(4,1)															
24	(3,4)															
18	(3,3)															

1 - amostra, 2 - concentração, LD - limite de detecção.

FIGURA 5 - RESÍDUOS DE DDD, DDE, DDT E TOXAFENO DOS SEDIMENTOS DE FUNDO DO RIO ATOYA, CHINANDEGA NICARÁGUA - 1993

3.1.3 Águas versus sedimentos

Ao se comparar a distribuição dos quatro resíduos organoclorados mais importantes detectados nas amostras de águas e de sedimentos do rio Atoya, verificam-se algumas diferenças de comportamento entre os compostos e entre as épocas climáticas. Assim, por exemplo, na época de seca o DDD e o DDE, acumularam-se principalmente no sedimento, enquanto que na época de chuva foram encontrados sobretudo nas águas. Por outro lado, o DDT e o toxafeno não mudaram de distribuição entre as duas épocas. O primeiro, foi encontrado basicamente nos sedimentos, e o segundo sobretudo nas águas, respectivamente (Figura 6).

3.1.4 Parâmetros físico-químicos

As análises físico-químicas foram realizadas para caracterizar as águas, buscando-se possíveis correlações entre as concentrações de resíduos de pesticidas e alguns parâmetros físico-químicos das águas do rio Atoya.

Não houve muita diferença entre os índices medidos (a exceção do pH e da turbidez, que se relacionam de maneira inversa), nos períodos de seca e de chuva. Os valores de pH das águas na época seca as caracterizaram como ácidas (6,6), enquanto que os valores da época de chuva como levemente básicas (7,3). A condutividade elétrica, OD, DBO, alcalinidade e dureza total correlacionam-se com a concentração de compostos do DDT e com as do toxafeno (Tabela 8 e 9).

TABELA 7 - PESTICIDAS ORGANOCLODRADOS DOS SEDIMENTOS DA BACIA DO RIO ATOYA (ng/g), CHINANDEGA, NICARÁGUA - PERÍODO DE CHUVA (1993)

	pp-DDE		pp-DDT		pp-DDD		β-ENDO.		ALDRIN		TOXAFENO		α-ENDO.		ENDRIN		HEPTAC.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
25	(98,5)	24	(18,1)	24	(25,8)	05	(9,2)	09	(2,5)	24	(342,6)	24	(5,8)	05	(5,5)	17	<LD	
24	(54,10)	21	(10,9)	05	(7,4)	24	(3,9)	19	(1,1)	21	(213,9)	23	(1,8)					
10	(10,2)	05	(6,7)	13	<LD	09	(2,6)	10	<LD	05	(129,2)	25	(1,0)					
21	(6,8)	25	(5,9)	18	<LD	23	(2,35)	23	<LD									
18	(3,3)	18	(3,3)	19	<LD													
08	(2,9)	13	<LD															
13	(2,8)	19	<LD															
22	(2,8)																	
17	(2,6)																	
19	(1,8)																	
09	(1,4)																	
23	(1,3)																	
05	<LD																	

1 - amostra, 2 - concentração, LD - limite de detecção; α-endo - α-endossulfan; β-endo - β-endossulfan; Heptac - heptacloro.

FIGURA 6 - RESÍDUOS DE ORGANOCLORADOS DOS SEDIMENTOS E DAS ÁGUAS DO RIO ATOYA, CHINANDEGA, NICARÁGUA - 1993

TABELA 8 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO RIO ATOYA - PERÍODO DE SECA (1993)

Amostra	Temperatura (°C)	pH	Turbidez mg/L de SiO ₂	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	DBO (mg/L)	DOO (mg/L)	Alcalinidade Total (ppm de CaCO ₃)	Dureza Total (ppm de CaCO ₃)
05	27,0	6,58	,0	525,0	4,2	*	*	312,0	244,5
08	27,3	6,8	230,0	348,0	6,4	*	*	186,9	152,6
09	31,2	6,95	120,0	380	6,0	*	*	12,3	113,1
10	29,5	6,7	80,0	341,0	4,0	*	*	158,0	174,5
13	27,4	5,55	150,0	408,0	7,0	2,0	40,0	243,0	259,4
16	228,3	7,25	130,0	454,0	6,0	1,0	20,0	223,7	242,6
17	27,9	6,79	250,0	371,0	5,8	3,5	*	*	*
18	33,3	7,36	240,0	375,0	3,6	10,0	*	*	*
19	31,6	7,40	130,0	320,0	6,0	3,0	*	*	231,8
21	28,5	7,0	120,0	452,0	5,8	2,0	40,0	228,0	167,1
22	28,3	5,8	130,0	345,0	4,4	9,0	*	189,2	1273,5
23	30,7	6,38	230,0	386,0	*	*	*	149,4	
25	28,5	7,63	130,0	442,0	4,8	2,5	*	179,7	216,2

* = não determinado.

TABELA 9 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO RIO ATOYA - PERÍODO DE CHUVA (1993)

Amostra	Temperatura (°C)	pH	Turbidez mg/L de SiO ₂	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Alcalinidade Total (ppm de CaCO ₃)	Dureza Total (ppm de CaCO ₃)
05	29,6	7,0	90,0	510,0	4,0	4,0	18,8	163,6	249,0
08	26,3	7,0	90,0	325,0	5,0	3,5	18,8	201,7	161,2
09	32,5	7,22	75,0	345,0	6,20	3,5	18,8	134,0	120,5
10	27,9	7,33	95,0	320,0	5,4	3,0	18,8	142,4	147,4
13	28,6	6,96	90,0	390,0	5,80	1,75	20,0	242,0	219,1
16	28,3	7,44	90,0	440,0	4,4	3,0	20,0	213,2	202,1
17	26,7	6,81	100,0	370,0	5,8	22,50	40,0	156,4	164,7
18	32,2	6,77	120,0	320,0	3,4	15,0	58,8	118,7	127,0
19	28,0	5,99	100,0	290,0	7,0	7,0	19,6	143,2	126,9
21	27,1	7,29	100,0	430,0	2,65	2,65	40,0	220,9	137,6
22	28,2	7,53	85,0	300,0	18,8	18,8	*	177,8	214,0
23	28,2	6,82	150,0	310,0	11,5	11,5	*	148,7	148,25
25	27,9	8,58	100	425,0	7,7	7,7	37,0	102,15	184,1

*- não determinado.

3.2 DISTRIBUIÇÃO DOS PESTICIDAS EM RELAÇÃO A GRANULOMETRIA E AO CONTEÚDO DE MATÉRIA ORGÂNICA

Os resíduos organoclorados distribuíram-se de maneira crescente nas diferentes frações das amostras de sedimentos do rio Atoya. As maiores concentrações foram encontradas nas frações finas **D** e **C**, principalmente nas amostras ricas em matéria orgânica.

Apesar da tendência geral de acumulação nas frações finas, as frações grossas **A** e **B** destacaram-se nos seguintes casos: **toxafeno**, amostra 16; **DDE**, amostra 13; **DDD**, **DDT**, amostras 5 e 16; **endrin**, amostra 16; **dieldrin**, amostras 5 e 13.

Os resíduos predominantes, tanto nas frações finas como nas grossas, foram os de **toxafeno** (39,0-877,4 ng/L) e os compostos do **DDT** (07-188,8 ng/L), **DDD** (0,6-58,2 ng/L) e **DDE** (0,5-296,2 ng/L). Os pesticidas mais raramente encontrados foram o endrin, aldrin, dieldrin e o heptacloro (Tabela 10, Figura 7).

4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que as maiores concentrações dos pesticidas das águas e dos sedimentos foram detectados no período de seca. Os compostos **DDT**, **DDD** e **DDE** e o **toxafeno** são os resíduos organoclorados encontrados com maior frequência, tanto nas águas como nos sedimentos, enquanto que o endrin, aldrin, dieldrin e o lindano dominam nas águas de rios e de poços. Os compostos organofosforados raramente foram detectados, entretanto resíduos de etion, metil-paration e etil-paration foram encontrados em altas concentrações em algumas amostras de águas de rios e de poços. Na amostra fracionada verificou-

TABELA 10 - PESTICIDAS ORGANOCLORADOS DAS DIFERENTES FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DOS SEDIMENTOS (ng/g) DE FUNDO DO RIO ATOYA, CHINANDEGA, NICARÁGUA (1993)

Amostra	Fração (µm)	TOXAFENO	pp-DDT	pp-DDD	pp-DDE	ENDRIN	ALDRIN	DIELDRIN	HEPTACLORO
05 (11,82)**	600	105,1	20,3	18,3	0,5	*	2,0	3,0	*
	100	153,4	31,2	26,7	2,7	*	2,5	3,3	*
	63	208,5	75,6	58,2	29,6	*	23,4	*	*
13 (7,84)**	600	*	*	*	291,2	*	*	*	*
	250	39,3	0,7	0,6	296,2	*	*	2,8	*
16 (16,2)**	600	508	62,6	29,7	33	*	1,1	*	0,6
	250	610,8	108,4	41,4	57,8	22,8	3,6	*	2,4
	100	733	186,7	44,5	198,4	21,0	5,2	*	3,3
	63	877,4	188,8	45,0	262,5	30,1	7,5	*	4,8
17 (10)**	600	87,6	3,4	<0,6	*	*	*	*	*
	250	63,4	8,7	2,4	*	*	*	2,0	*
	100	450	30,3	6,3	6,8	5,6	*	2,25	*
	63	223	48,0	10,3	13,4	8,1	*	7,25	*

* não detectado; ** matéria orgânica.

FIGURA 7 - RESÍDUOS ORGANOCLORADOS DAS DIVERSAS FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DAS AMOSTRAS DOS SEDIMENTOS DE FUNDO DO RIO ATOYA, CHINANDEGA, NICARÁGUA - 1993

se tendência da maioria dos organoclorados em se acumular nas frações finas, ricas em matéria orgânica, a exceção do DDE que se acumula nas frações grossas.

Abstract

Samples of bottom sediments and water from several rivers and some selected wells of the Atoya basin (Pacific Coast, Nicaragua), were analysed to determine the variations of the residual concentrations of organic compounds in the two most characteristic climate stations of the year. The rainy season on the Pacific Coast of Nicaragua goes from May to October, and the dry season starts in November to end in April. Generally, the highest DDT, DDD, DDE and toxaphene concentrations are found in the dry season, in all sediments and water samples, while endrin, aldrin, dieldrin and lindane were predominant only in water samples from rivers and wells. On the other hand, the organophosphorous pesticides are only present in waters with high etion, methyl-parathion, and etil-parathion concentrations. Generally speaking the organochlorine and organic matter concentrations of the sediments increase with decreasing particle size, but there is significant correlation between the sediment coarse size material and high concentrations of DDE and toxaphene.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 CIRA/UNAN. CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN RECURSOS ACUATICOS. **Metodología para el análisis de residuos de pesticidas en agua y sedimentos**. Managua : Laboratório de Cromatografia, 1992. 10 p.
- 2 CIRA/UNAN. CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN RECURSOS ACUATICOS. **Metodos de cálculos pelo método do Estándard Interno en la cuantificación por cromatografía de gas**. Managua : Laboratório de Cromatografia, 1993a. 8 p.
- 3 GONZÁLEZ, A. Despale y plaguicidas amenazan el ambiente. **Barricada**, Managua, p. 4, 4 de junio de 1994.
- 4 MOORE & RAMAMOORTHY, S. **Organic chemicals in natural waters: applied monitoring assessment: clorinated pesticides**. New york : Springer-Verlag, 1984. p. 88-109.
- 5 MORIFUSA, E. **Organophosphorous pesticides: organic and biological chemistry**. Washington : CRC, 1976. 380 p.

- 6 PASCHOAL, A.D. **Pragas e praguicidas e crise ambiental: problemas e soluções**. Rio de Janeiro : Fundação Getúlio Vargas, 1979. 162 p.
- 7 ROSER, S.M. **Geografía e estructura económica de Nicaragua en el contexto centro-americano y latino-americano**. Managua : UCA, 1989. 24 p.