

ESTUDO DE CONTAMINAÇÃO POR FTALATO EM ÁGUA DE MANGUEZAL DO RIO DE JANEIRO

Amanda Letícia da Silva Pontes¹

Antonio Jorge Ribeiro da Silva²

Filipe de Oliveira Chaves³

Catharina Eccard Fingolo⁴

Maria Auxiliadora Coelho Kaplan⁵

Resumo

O processo de contaminação ambiental tem levado a muitas investigações atualmente. Os manguezais exercem funções essenciais para os seres humanos e para os demais ecossistemas. Entretanto, há registros de perdas em mais de 50% de área de mangue em todo o mundo e grande parte dessa redução está associada às atividades humanas. Este trabalho tem por objetivo a análise de água e a identificação de contaminação ambiental por ftalato em área de manguezal fluminense. A água foi coletada no Rio Piracão, Reserva Biológica Estadual de Guaratiba, filtrada, congelada e liofilizada para posterior análise por CG-EM (Cromatografia em Fase Gasosa associada ao Espectrômetro de Massas) e RMN ¹H (Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio). O ftalato de bis-tridécila foi encontrado em maior concentração na amostra. O RMN confirmou a identidade deste contaminante ambiental.

Palavras chave: Água. Ecossistema Manguezal. Contaminação Ambiental. Ftalato.

RIO DE JANEIRO MANGUEZAL WATER CONTAMINATION STUDY

Abstract

The process of environmental contamination has led to many investigations today. Mangroves perform essential functions worldwide for humans and other ecosystems. There are losses in more than 50% of mangrove area worldwide and much of this reduction is associated with human activities. This work aims to analyze and identify

¹Mestre e Doutoranda em Química de Produtos Naturais pela UFRJ.

²Doutor em Química pela UFRJ, Professor Titular da UFRJ.

³Doutor em Oceanografia pela USP, Professor Adjunto da UERJ.

⁴Doutora em Química de Produtos Naturais pela UFRJ e Professora Adjunta da UEZO.

⁵PhD (The University of Sussex, Inglaterra), Professora Emérita da UFRJ.

environmental contamination by phthalate in mangrove Rio de Janeiro area. The water was collected in the Piracão River, Guaratiba State Biological Reserve, filtered, frozen and lyophilized for further analysis by GC-MS (Mass Spectrometer Gas Chromatography) and ^1H NMR (Hydrogen Nuclear Magnetic Resonance). Bis-tridecyl phthalate was found in higher concentration in the sample. NMR confirmed the identity of this environmental contaminant.

Keywords: Water. Mangrove Ecosystem. Environmental Contamination. Phthalate.

Introdução

Os manguezais fornecem habitat para muitas espécies marinhas; servem como estoques de carbono, através do acúmulo de biomassa viva, além da deposição de matéria orgânica morta, principalmente em sedimentos. O mangue é também um fornecedor de nutrientes e fixador de nitrogênio nos solos dos manguezais, capaz de melhorar a qualidade da água que se acumula em seu ambiente (ROMAÑACH *et al.*, 2018).

O desenvolvimento do ecossistema de manguezais é altamente influenciado por fatores climáticos e oceanográficos, como a variação do volume hídrico, de ondas e de marés. De acordo com a movimentação aquática, o mangue pode ser separado em: franja e bacia. A franja compõe um sistema mais próximo à água do rio e a bacia, uma região de floresta de mangue com água retida (ESTRADA *et al.*, 2013).

Os manguezais exercem funções essenciais em todo o mundo para os seres humanos e para os demais ecossistemas. Ainda assim, foram registradas perdas em mais de 50% de área de mangue em todo o mundo e grande parte dessa redução está associada às atividades humanas. Devido a sua importância, a sobrevivência dos manguezais depende de ações protetoras realizadas por governos nacionais e internacionais. Tal medida pode-se dar por meio da análise de potenciais ameaças e consequências ao ecossistema, promovendo soluções para um uso sustentável dos

recursos dos manguezais e a sua conservação de forma equilibrada entre o homem e o meio ambiente (ROMAÑACH *et al.*, 2018).

O Brasil está relacionado aos 12 países com maiores áreas de manguezal no mundo, com área estimada em torno de 13000 km² representando 8,5% da distribuição mundial (SPALDING, KAINUMA, COLLINS, 2010). Uma diminuição acelerada da área de mangue ao longo da costa brasileira tem sido observada nos últimos anos: em 2000 o bioma ocupava uma área de 7721 km² e em 2014 foi reduzida para 7663 km² (GARCIA *et al.*, 2018).

O processo de contaminação ambiental tem levado a muitas investigações atualmente. A expansão da população e as industrializações próximas às regiões de mangue têm aumentado a preocupação com esse ecossistema (SEIXAS Filho, SILVA, 2017).

Os ftalatos são contaminantes plásticos que não reagem quimicamente nem se ligam molecularmente aos polímeros plásticos, dessa forma ficam disponíveis na natureza podendo chegar de forma direta ou indireta durante a produção, uso, e/ou descarte de materiais plásticos. O uso extensivo de materiais plásticos tem levado ao acúmulo desses produtos no ar, na água, nos sedimentos de rios, solos, plantas, na superfície aquática, em alimentos e bebidas, na biota, e no organismo humano em amostras de urina, esperma e de fluido amniótico (ARFAEINIA *et al.*, 2019).

Esses contaminantes podem atingir o ambiente através de processos de fabricação de produtos plásticos, por transporte de efluentes que podem chegar a estações de tratamento de água e em água tratada (HE *et al.*, 2015; PRZYBYLINSKA, WYSZKOWKI, 2016).

Os ftalatos estão presentes em diversos ambientes devido a sua ampla utilização industrial, agrícola e doméstica, representados por: produtos plásticos, pesticidas, cosméticos e produtos de cuidados pessoais. A produção mundial desses constituintes ultrapassa cinco milhões de toneladas anualmente (HE *et al.*, 2015; SUN *et al.*, 2019).

A precipitação atmosférica e consequente deposição em ambientes aquáticos ou descarga dessas substâncias na água causam danos toxicológicos aos organismos de água doce ou salgada, pois podem acumular-se em microorganismos, em organismos invertebrados, em algas, nos peixes e em camarões. Devido à característica hidrofóbica, alguns ftalatos podem ser absorvidos por partículas orgânicas e inorgânicas suspensas nos ambientes aquáticos e acumulados nos sedimentos, sendo essa a maior fonte de acumulação no ambiente aquático (ARFAEINIA *et al.*, 2019).

Os ftalatos, no organismo humano, podem agir como desreguladores endócrinos afetando o funcionamento e o desenvolvimento do sistema reprodutivo em humanos e animais. Devido a sua hidrofobicidade, a maior parte desses produtos é adsorvida fortemente no solo e na sua matéria orgânica. Os ecossistemas de mangue, importantes áreas úmidas estuarinas entre marés ao longo das regiões de costas tropicais e subtropicais, são geralmente sumidouros de contaminantes do sistema aquático pela alta produtividade e riqueza orgânica, desempenham funções de acumulação e bioconversão de poluentes, como os ftalatos por exemplo (SUN *et al.*, 2019).

Metodologia

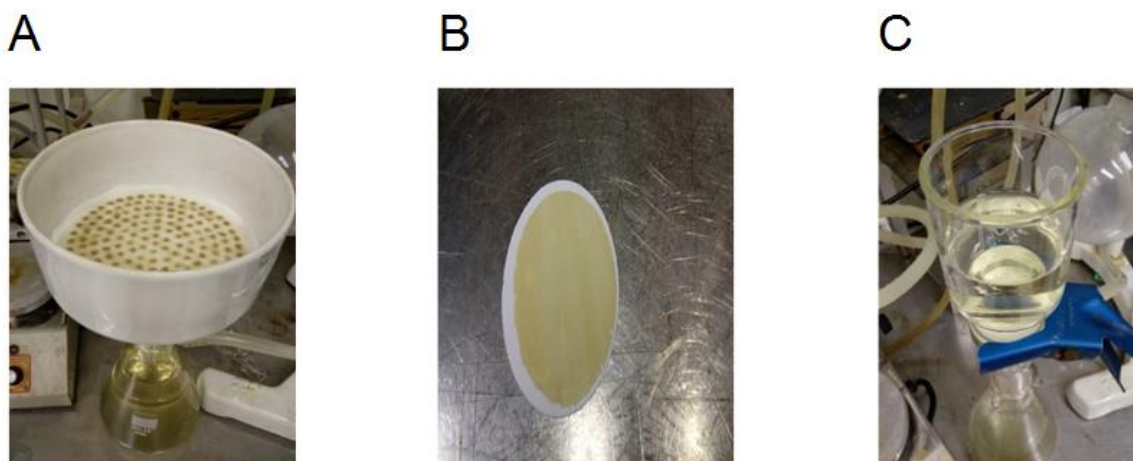
Coleta da Água

A água do Rio Piracão foi coletada em maio de 2018 pelo grupo de pesquisa do professor/pesquisador Filipe de Oliveira Chaves, Núcleo de Estudos em Manguezais, Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), na Reserva Biológica Estadual de Guaratiba, entre as coordenadas 23° 00' 35.76" S/ 43° 36' 48.62" O e 23° 0' 18.53" S/43° 34' 19.43" O.

Preparo da Amostra Coletada para Análise

Os 5 litros de água coletados foram filtrados em 2 etapas. A primeira filtração foi realizada com papel filtro, à vácuo, utilizando um funil de Büchner, com kitassato. Na segunda filtração, foram utilizadas membranas de 0,22 μm , modelo: MSI – “Micron separations inc.”, WESTBORO, MA 01581, 44mm, 100 Pk – para esterilização da água do mangue (Figura 1).

Figura 1. Processo de filtração da água



Fonte. Pesquisa dos Autores

De acordo com a figura 1: Processo de filtração da água, A: primeira filtração em funil de Buchner e kitassato, B: membrana filtrante com partículas da água retidas após a segunda filtração, C: sistema montado para a filtração da água em membrana. Fonte das imagens: próprio autor.

Após os dois processos de filtração, o volume total de água do mangue foi separado em 500 ml em 10 tubos com capacidade de 750 ml cada e foram

congelados. O material congelado foi submetido ao processo de liofilização, no liofilizador modelo K120 até redução do volume para 100 ml em cada tubo, totalizando 1 litro de água do mangue concentrada.

Uma alíquota de 20 ml dessa água foi concentrada por um processo de “micro-destilação” no aparelho de Kuderna-Dinisch. Do precipitado obtido dessa concentração da água do mangue foram pesados 10,4mg e solubilizados em 1000 μ L de MeOD para análise no RMN de ^1H , e 5,8mg solubilizado em 1ml de MeOH grau P.A. para análise no CG-EM. As amostras da água do mangue receberam o código de PTAM – precipitado da água do mangue.

Análise da Água do Mangue

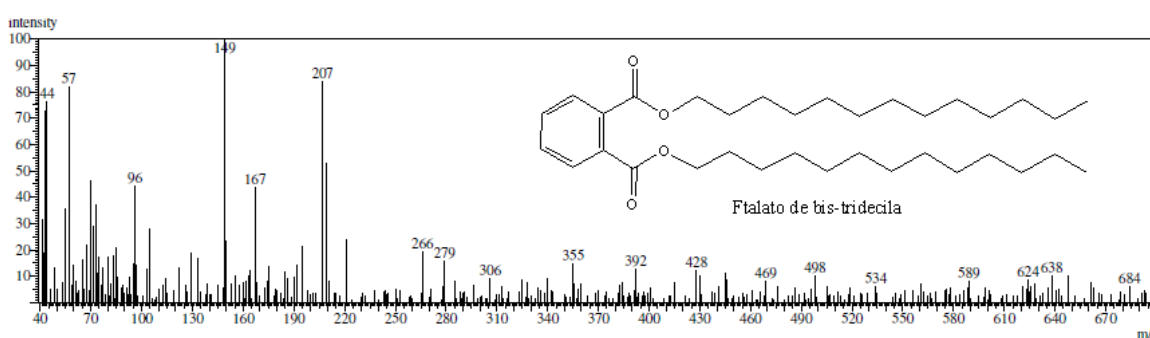
Os espectros de RMN de ^1H foram obtidos no equipamento Varian 400-MR, operando a 400MHz. Os espectros de massas foram obtidos pelo espectrômetro Micro TOF II Bruker, com ionização por fonte de elétron *spray* em modo positivo de ionização. As análises de Cromatografia em Fase Gasosa associada à Espectrometria de Massas foram realizadas no aparelho SHIMADZU GCMS-QP2010, injetor automático AOC-20i, volume injetado 10 μ L, operando em voltagem de ionização de 70 eV e em corrente de 60 μ A por impacto de elétrons, fonte de íons: 200°C, espectro de massas: início *m/z*: 40, final *m/z*: 700, unidade de entrada de amostra: CG.

Resultados e Discussão

A análise de amostra de água coletada na região da Reserva Estadual de Guaratiba, manguezal fluminense, permitiu identificar contaminante plástico, utilizando Cromatografia em Fase Gasosa associada à Espectrometria de Massas (Figura 2 e Tabela 1) e Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio (Figura 3).

De acordo com a análise realizada no CG-EM pôde-se identificar 80 substâncias presentes no precipitado da água do mangue, dentre estas o ftalato de bis-tridecila com tempo de retenção de 21,81 minutos, área de 3,84 %, fórmula molecular: $C_{34}H_{58}O_4$ e 530 u.m.a. Além de confirmar que o ftalato está presente na água do Rio Piracão, este resultado também mostra que este contaminante está em maior proporção que as outras substâncias presentes na amostra de precipitado, pois é a substância que possui maior área percentual (Figura 2 e Tabela 1).

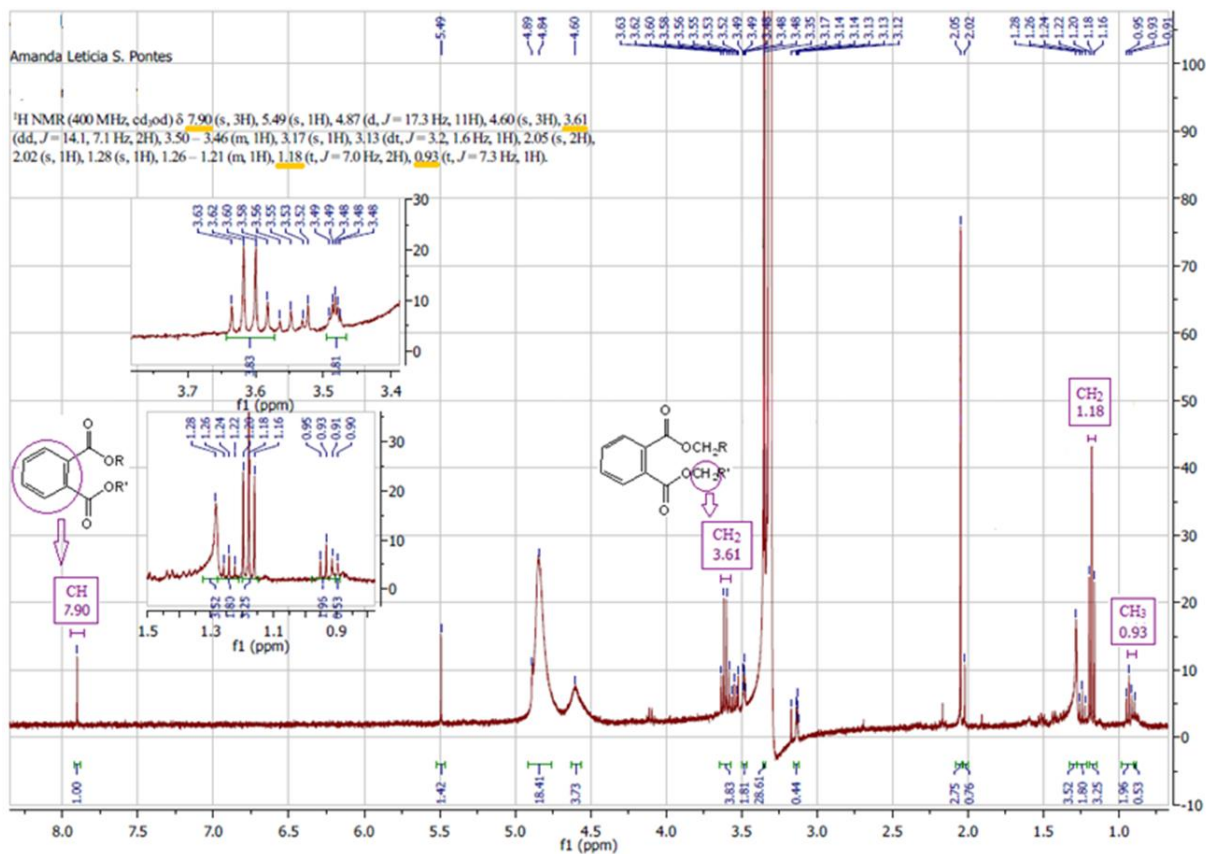
Figura 1. Espectro de massas obtido para o Ftalato de bis-tridecila.



Fonte: Pesquisa dos Autores

De acordo com a figura 1: Espectro de massas obtido para o Ftalato de bis-tridecila. TR 21,81min (3,84%): Ftalato de bis-tridecila ($C_{34}H_{58}O_4$); CG/EM m/z (int. rel.): 530 (M^+ , 3,5), 149 (100), 57 (80), 96 (42) 167 (42), 207 (86), 266 (17), 279 (14). O espectro de 1H -RMN da água do mangue mostra sinais característicos de hidrogênios de metila ($CH_3 - \delta_H$ 0,93 ppm), sinais de hidrogênios metilênicos próximos à cadeia carbônica ($CH_2-CH_2 - \delta_H$ 1,18 ppm), sinais de hidrogênios metilênicos ligados ao grupamento éster de ftalato ($R-COOCH_2-R - \delta_H$ 3,61 ppm) e sinais de hidrogênios metínicos de anel aromático ($CH - \delta_H$ 7,90 ppm) (Figura 2). Esses resultados indicam que existe ftalato presente na amostra de água do Rio Piracão.

Figura 2. Espectro de RMN ^1H da amostra de água do Rio Piracão PTAM (400MHz, CD_3OD).



Fonte: Pesquisa dos Autores

De acordo com a tabela 1 a seguir, consideramos: PTAM – Precipitado da Água do Manguê; TR- Tempo de Retenção; u.m.a. - Unidade de Massa Atômica.

Tabela 1. Dados obtidos a partir da análise de PTAM pela técnica de CG-EM.

PTAM (Precipitado da água do mangue)					
Sinal	TR	Área %	Fórmula Molecular	Massa (u.m.a.)	Nome da Substância
1	8,34	0,92	C ₁₉ H ₂₃ NO	281	7,8-Didesidro-3-metóxi-17-metil-6-metileno-morfinâmico
2	10,61	1,75	C ₁₄ H ₂₂ O ₄ Si	282	Benzeno acetato de 3-metóxi-4-[(trimetil silil) óxi]-etila
3	10,73	0,42	C ₁₇ H ₁₁ NO ₇	341	Ácido aristolóchico
4	10,80	1,03	C ₁₂ H ₂₂ Si ₂	222	Trimetil[5-metil-2-(1-metiletil)fenóxi]-silano
5	13,12	1,26	C ₂₄ H ₃₄ F ₅ NO ₃ Si ₃	563	N-[(Penta flúor fenil) metileno]-β,3,4-tris[(trimetil silil) óxi] Benzeno etanamina
6	13,22	1,51	C ₁₂ H ₁₆ O ₃	208	1,2-Dimetóxi-4-(1-metóxi-1-propenil) benzeno
7	18,06	1,03	C ₁₆ H ₂₈ O	236	<i>E,E</i> -10,12-Hexadecadienal
8	18,13	1,33	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	296	Oleato de metila
9	18,43	0,98	C ₁₁ H ₁₀ CINO	207	4-Cloro-6-metóxi-2-metil-quinolina
10	18,77	0,37	C ₁₂ H ₁₉ N	177	Isopropil anfetamina
11	21,73	1,44	C ₂₁ H ₂₅ N ₃ O ₂ S	383	N-(6-acetil amino benzo tiazol-2-il)-2-(adamantan-1-il) acetamida
12	21,81	3,84	C ₃₄ H ₅₈ O ₄	530	Ftalato de bis-tridecila
13	23,00	0,31	C ₁₂ H ₁₄ CIN	207	1,2,3,6-Tetraidro-1-metil-4-[4-cloro fenil]-Piridina
14	24,89	0,44	C ₂₀ H ₄₀ O ₅ Si ₄	472	Benzeno acetato de α 3,4-tris[(trimetil silil) óxi]-trimetil silila
15	24,92	2,22	C ₁₂ H ₂₂ Si ₂	222	1,2-Bis (trimetil silil) benzeno
16	25,07	0,62	C ₂₀ H ₆₀ O ₁₀ Si ₁₀	740	Ciclo deca siloxano eicosa metila
17	25,44	0,84	C ₁₂ H ₂₂ Si ₂	222	7,7,9,9,11,11-Hexa metil-3,6,8,10,12,15-hexaoxa-7,9,11-trisilaheptadecano
18	25,48	1,33	C ₁₅ H ₂₂ O ₅ Si	310	Dimetil tartroniato de 4-(dimetil etil silil)-fenila
19	26,09	0,60	C ₁₄ H ₂₂ O ₄ Si	282	Benzeno acetato de 3-metóxi-4-[(trimetil silil) óxi]-etila
20	27,25	1,44	C ₁₃ H ₂₂ OSi ₂	250	3,5-bis-Trimetil silil-2,4,6-ciclo heptatrien-1-ona
21	27,47	2,50	C ₆ H ₁₈ O ₃ Si ₃	222	Hexa metil ciclo trisiloxano
22	27,72	2,75	C ₁₂ H ₂₂ Si ₂	222	2-(7-Metóxi metil fenantren-3-il)propan-2-ol
23	28,12	1,66	C ₂₀ H ₆₀ O ₁₀ Si ₁₀	740	Eicosa metil-ciclo deca siloxano
24	28,27	1,16	C ₁₂ H ₂₂ Si ₂	222	Hexestrol, di-TMS (trimetilsilil)
25	28,43	1,55	C ₁₂ H ₂₂ Si ₂	222	1,4-Bis (trimetilsilil) benzeno
26	28,59	2,47	C ₂₄ H ₃₈ O ₂ Si ₂	414	Timol-TMS (trimetilsilil)
27	28,65	0,50	C ₉ H ₂₇ O ₃ PSi ₃	298	Tris (trimetil silil) fosfito
28	28,79	1,16	C ₁₁ H ₃₂ O ₄ Si ₄	340	3-Etóxi-1,1,1,5,5,5-hexa metil-3-(trimetil silóxi) tri siloxano
29	29,77	0,68	C ₉ H ₂₈ O ₂ Si ₄	280	Tri metil silil-di(trimetil silóxi)-silano
30	30,67	1,73	C ₁₁ H ₁₆ O ₃ Si	224	Metil benzoato de <i>p</i> -(trimetil silóxi)
31	30,90	0,62	C ₁₅ H ₁₉ NO ₈	341	Dimetil diacetato de 1h-Pirrol-3,4-2-acetóxi metil-5-metóxi carbonila
32	31,85	0,94	C ₁₂ H ₂₂ Si ₂	222	3,5-bis-trimetil silil-2,4,6-ciclo heptatrien-1-ona
33	31,96	0,92	C ₇ H ₂₄ O ₂ Si ₅	280	2,2,3,5,6,6,7-Heptametil[1,4,2,3,5,6,7] dioxapentasiloxano
34	32,11	0,56	C ₁₈ H ₅₄ O ₉ Si ₉	666	Octadeca metil-ciclo nona siloxano

35	32,68	0,58	C ₁₂ H ₃₈ O ₅ Si ₆	430	1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13-Tetradeca metil-heptasiloxano
36	33,01	1,93	C ₈ H ₆ N ₂ O ₄	194	[2,7]Naftiridina-1,3,6,8-tetraol
37	33,14	2,23	C ₁₂ H ₂₂ Si ₂	222	2-Iodo histidina
38	33,32	0,73	C ₁₂ H ₃₈ O ₅ Si ₆	430	1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-Hexadeca metil-octasiloxano
39	34,45	0,46	C ₁₂ H ₂₂ Si ₂	222	<i>N,N</i> -Dimetil-4-nitro-3-(trimetil silil) anilina
(continuação) Tabela 1: Dados obtidos a partir da análise de PTAM pela técnica de CG-EM.					
40	34,51	3,11	C ₂₀ H ₆₀ O ₁₀ Si ₁₀	740	eicosametil-ciclododecasiloxano
41	34,67	0,30	C ₉ H ₂₈ O ₂ Si ₄	280	Trimetil silil-di(trimetil silóxi)-silano
42	34,90	1,97	C ₁₂ H ₃₈ O ₅ Si ₆	430	1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-Deca metil-penta siloxano
43	35,23	0,98	C ₁₂ H ₃₄ O ₄ Si ₄	354	3-Isopropóxi-1,1,1,5,5,5-hexa metil-3-(trimetil silóxi) tri siloxano
44	35,32	0,43	C ₂₀ H ₆₀ O ₁₀ Si ₁₀	740	Eicosa metil-ciclo deca siloxano
45	35,34	2,54	C ₁₂ H ₂₂ Si ₂	222	3,3-Dimetil-4-metileno-1,2-bis (trimetil silil óxi metil)-ciclopenteno
46	36,12	2,28	C ₁₉ H ₃₉ NO ₃ Si ₃	413	<i>N</i> -Metil adrenalina, tri-TMS
47	36,29	0,79	C ₉ H ₂₇ AsO ₃ Si ₃	342	Ácido do éster tris(trimetil silil) arsênico
48	36,40	1,24	C ₇ H ₁₄ O ₄ S	194	Etil 1-tio pento furanosídeo
49	37,28	1,04	C ₁₈ H ₂₂ OSi	282	1,3-Difenil-3-(trimetil silil)-1-propanona
50	37,36	1,00	C ₈ H ₂₀ O ₃ Si ₂	220	Acetato de (trimetil silóxi)-Trimetil silil
51	37,42	0,42	C ₈ H ₂₆ O ₃ Si ₄	282	1,1,3,3,5,5,7,7-Octa metil tetrasiloxano
52	40,36	0,96	C ₁₂ H ₂₂ Si ₂	222	Trimetil [5-metil-2-(1-metil etil) fenóxi]-silano
53	40,78	1,79	C ₉ H ₁₁ N ₃ O ₂	193	<i>O</i> -Anisalaldeído, semicarbazona
54	40,92	1,36	C ₇ H ₁₆ O ₃ Si	176	Acetato de 2-Etóxi trimetil silila
55	41,67	0,97	C ₁₁ H ₁₃ BrN ₂ O ₂	284	<i>N</i> 2-(3-bromo benzilideno)-4-hidróxi-butano hidrazida
56	42,45	0,86	C ₁₄ H ₂₂ O ₄ Si	282	Benzeno acetato de 3-metóxi-4-[(trimetil silil) óxi]-etila
57	44,04	1,63	C ₁₈ H ₂₂ OSi	282	1,3-Difenil-3-(trimetil silil)-1-propanona
58	44,47	0,69	C ₁₂ H ₃₆ O ₆ Si ₆	444	Dodeca metil ciclo hexa siloxano
59	44,50	0,25	C ₁₂ H ₃₈ O ₅ Si ₆	430	1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-Dodeca metil-hexa siloxano
60	45,65	1,00	C ₁₄ H ₂₂ O ₄ Si	282	Acetato de benzeno 3-metóxi-4-[(trimetil silil) óxi]-Etanoato
61	45,79	0,94	C ₁₅ H ₂₄ O ₃	252	Acetato de 2(1H)-Naftalenona 3,4,4a,5,6,7,8,8a- α -octahidro-5 α -hidróxi-4a α ,7,7-trimetila
62	45,95	2,04	C ₁₆ H ₂₈ OSi	264	<i>tert</i> -Butil(5-isopropil-2-metil fenóxi)dimetil silano
63	46,52	1,93	C ₁₄ H ₂₆ O ₂ Si ₂	282	Éter do Álcool-2-hidróxi fenetil di(trimetil silil)
64	46,64	2,11	C ₂₄ H ₃₈ O ₂ Si ₂	414	1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-Hexadeca metil-octa siloxano
65	46,79	0,50	C ₁₃ H ₂₂ OSi	222	Deca metil tetra siloxano
66	46,83	0,59	C ₁₈ H ₃₄ O ₄ Si ₃	398	3-(3-Hidróxi fenil)-ácido-3-hidróxi propiônico tris-(<i>O</i> -trimetil silila)
67	47,18	1,38	C ₁₄ H ₁₉ NO ₃	249	<i>N</i> -(3-Fenil propionil)-etil éster de Sarcosina
68	48,99	0,81	C ₁₂ H ₂₂ Si ₂	222	1,4-Fenileno bis trimetil-Silano
69	49,05	0,39	C ₁₃ H ₂₀ N ₂ SSi	264	1,2-Benzisotiazol-3-amina
70	49,49	0,48	C ₁₂ H ₁₈ O ₂ Si	222	Éter de trimetil silil <i>O</i> -hidróxi propiofenona

71	49,67	3,05	C ₁₉ H ₂₀ O ₄	312	2,2,4,4-Tetra metil-6-(1-oxo-3-fenil prop-2-enil)-ciclo hexano-1,3,5-triona
72	50,43	1,09	C ₆ H ₁₈ O ₃ Si ₃	222	Trímero cíclico dimetil siloxano
73	50,81	0,87	C ₁₁ H ₃₂ O ₄ Si ₄	340	3-Etóxi-1,1,1,5,5,5-hexa metil-3-(trimetil silóxi) trisiloxano
74	51,67	1,97	C ₁₈ H ₃₈ OSi	298	Dimetil (tetra decil óxi) vinil silano
75	51,82	1,68	C ₁₂ H ₂₂ Si ₂	222	Acetato de metil (4-tert-butil fenóxi)
76	52,58	1,30	C ₁₃ H ₂₂ OSi ₂	250	3,5-Bis(trimetil silil)-2,4,6-ciclo heptatrien-1-ona
77	52,66	0,69	C ₁₁ H ₃₂ O ₄ Si ₄	340	3-Etóxi-1,1,1,5,5,5-hexa metil-3-(trimetil silóxi) trisiloxano
78	53,43	0,85	C ₁₀ H ₁₉ N	153	Di(pent-4-enil) amina
79	53,53	2,43	C ₁₂ H ₂₂ Si ₂	222	Trimetil (4-tert-butil fenóxi) silano
80	53,89	0,47	C ₁₃ H ₂₂ OSi ₂	250	3,5-Bis(trimetil silil)-2,4,6-ciclo heptatrien-1-ona

Fonte: Pesquisa dos Autores

Considerações Finais

O processo de poluição do manguezal fluminense vem afetando seus diferentes substratos e, também, as espécies que habitam este ecossistema. O contaminante encontrado na água do mangue do Rio de Janeiro foi o ftalato de bis-tridecila. É crescente a preocupação com a contaminação ambiental por materiais plásticos, visto que estes podem afetar o metabolismo corporal e as glândulas endócrinas, gerando vários tipos de câncer.

Agradecimentos

Os autores agradecem o CNPq e à FAPERJ, pelo apoio financeiro e aos pesquisadores colaboradores: Antonio Jorge Ribeiro da Silva (UFRJ) e Filipe de Oliveira Chaves (UERJ).

Referências

ARFAEINIA, H. et al. Phthalate acid esters (PAEs) accumulation in coastal sediments from regions with different land use configuration along the Persian Gulf. **Ecotoxicology and Environmental Safety** 169: 496–506, 2019.

ESTRADA, Gustavo C.D. et al. Analysis of the structural variability of mangrove forests through the physiographic types approach. **Aquatic Botany** 111: 135-143, 2013.

GARCIA, Janaína S. et al. Short-term cadmium exposure induces gas exchanges, morphological and ultrastructural disturbances in mangrove *Avicennia schaueriana* young plants. **Marine Pollution Bulletin** 131: 122–129, 2018.

GARCIA, Janaína S. et al. Different salt concentrations induce alterations both in photosynthetic parameters and salt gland activity in leaves of the mangrove *Avicennia schaueriana*. **Ecotoxicology and Environmental Safety** 141: 70–74, 2017.

HE, L. et al. Contamination and remediation of phthalic acid esters in agricultural soils in China: a review. **Agronomy for Sustainable Development** 35: 519–534, 2015.

MA, T. et al. Toxicity of phthalate esters to lettuce (*Lactuca sativa*) and the soil microbial community under different soil conditions. **PLOS ONE** 12 (13): 1-17, 2018.

PRZYBYLINSKA, P.A., WYSZKOWSKI, M. Environmental contamination with phthalates and its impact on living organisms. **Ecological Chemistry and Engineering S** (2) 23: 347-356, 2016.

ROMAÑACH, Stephanie S. et al. Conservation and restoration of mangroves: Global status, perspectives, and prognosis. **Ocean and Coastal Management** 154: 72–82, 2018.

SEIXAS Filho, J.T., SILVA, C.A.F. **III Seminário das águas - mangues do Rio. Rio de Janeiro: H.P. Comunicação Editora, 114 p., 2017.**

SPALDING, M., KAINUMA, M., COLLINS, L. **World Atlas of Mangroves.** Earthscan, London, Washington DC 336 p., 2010.

SUN, H. et al. Insight into effects of citric acid on adsorption of phthalic acid esters (PAEs) in mangrove sediments. **Ecotoxicology and Environmental Safety** 169: 353–360, 2019.