

AValiação da Robustez de Índices Indicadores de Origem de Óleos e de HPA em Amostras Ambientais

Aluna: Larissa Rocha Pitta Xavier

Orientadora: Angela de Luca Rebello Wagner

Introdução

O meio ambiente é hoje uma das principais preocupações do setor industrial e, porque não dizer, da sociedade em geral. Essa preocupação é ainda maior no caso particular da indústria petrolífera, por ser uma atividade de alto risco e que pode trazer conseqüências desastrosas para o meio ambiente, no caso do derramamento de óleo. Uma das maiores catástrofes ambientais que podem acontecer é decorrente dos grandes derramamentos de óleo, principalmente quando estes ocorrem em regiões costeiras.

Geralmente, a maioria desses acidentes é de pequeno porte e de curta duração, porém uma fração considerável de derramamento de óleo costuma atingir grandes dimensões, causando desastres ecológicos incontroláveis. Por isso, o desenvolvimento e aprimoramento de estudos e técnicas têm sido muito ampliados nesta área.

Além disso, tem se estudado o fenômeno do petróleo e as toxidades dos hidrocarbonetos, estes sendo quantitativamente os mais importantes constituintes do petróleo. Eles podem ser classificados em três grupos, cada um desses com variadas subclasses: hidrocarbonetos alifáticos, compostos de cadeia aberta; hidrocarbonetos alicíclicos, têm somente alguns ou todos os átomos de carbono arranjados em uma estrutura em anel, podendo ser saturado ou insaturado; hidrocarbonetos aromáticos, aqueles que contêm ao menos um anel de seis carbonos na sua estrutura molecular.

Nesse projeto, nosso foco principal é os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, conhecido como HPA.

Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos - HPA

Estes constituem uma família de compostos caracterizada por possuírem dois ou mais anéis aromáticos condensados. Estas substâncias, bem como seus derivados nitratos e oxigenados, têm ampla distribuição e são encontrados como constituintes de misturas complexas em todos os compartimentos ambientais. Além de possuírem alta toxicidade, alguns HPA são compostos mutagênicos e carcinogênicos, representando uma ameaça à saúde humana.

São muito encontrados no ambiente marinho e podem ter diferentes origens: a petrogênica, por meio de vazamentos e derramamentos de óleo; a pirolítica, oriundos da combustão incompleta de matéria orgânica, podendo ser gerados por processos naturais ou antrópicos; a diagenética, por meio das transformações naturais da matéria orgânica, tais como processos de descarboxilação e de aromatização; e biológicas, quando sintetizados naturalmente por seres vivos como fungos, plantas e bactérias. Porém, essas concentrações de HPA de origens naturais são normalmente muito baixas em relação às de HPA antropogênicos.

Devido a este fato, é possível determinar a natureza da fonte baseado em um estudo das concentrações de HPA em amostras de um determinado local, ao longo do

tempo. Ajudando também, na realização de um combate eficiente do derrame de óleos ou derivados.

Objetivos

Objetiva a complementação e atualização de informação de um trabalho feito anteriormente, que foi focado principalmente na identificação da origem de derramamentos de óleo em ambientes de clima tropical, como o Rio de Janeiro.

Continuando o projeto, este trabalho busca, a partir de um índice, avaliar a origem mais provável dos hidrocarbonetos (óleo, combustão de biomassa, combustão de derivados do petróleo, etc.); e identificar como varia a quantidade destes hidrocarbonetos ao longo do tempo.

Metodologia

Como se trata da continuação e complementação de outro projeto, a metodologia utilizada foi muito semelhante.

Foi utilizada a base de dados do Laboratório de Estudos Marinhos e Ambientais (LABMAM) da PUC-Rio, que dizem respeito aos HPA presentes em sedimentos de manguezais afetados pelo acidente na Baía de Guanabara (RJ) no ano de 2000, no qual o rompimento de um duto acarretou no vazamento de óleo MF380. Esta base de dados inclui amostras até o ano de 2007.

Foram analisados os dados de três áreas de manguezal da Baía de Guanabara: Suruí(S), uma região muito afetada pelo acidente; Nova Orleans (NO), uma área também atingida pelo derramamento, porém em menor magnitude; e Piedade (P), uma região utilizada como referência, uma vez que não apresentou indícios de vazamento de óleo.

As amostras estudadas foram obtidas em estações fixadas na franja de cada área de manguezal respectivamente. Uma amostra da camada superficial do sedimento foi coletada anualmente em cada estação, durante um período de cinco anos: (1) novembro/2000; (2) setembro/2001; (3) setembro/2002; (4) setembro/2003; e (5) setembro/2004. Na estação de Suruí, especificamente, foram ainda coletadas amostras em: (6) julho/2005; (7) janeiro/2006; (8) julho/2006; e (9) janeiro/2007.

Nesse trabalho, as amostras são representadas pelo acrônimo da designação de cada área de manguezal (S, NO ou P) seguido pelo número correspondente à data coletada (1–9).

Como Piedade se trata de uma região de referência, não afetada pelo óleo, trabalhou-se com a média dos valores obtidos para cada composto HPA nas cinco amostras daquela região.

As concentrações de HPA foram determinadas individualmente e, desta forma, foi possível observar as suas variações em função do tempo e da localização.

Durante o trabalho foram utilizados três grupos, formados por razões entre HPAs, para serem comparados aos valores do índice indicador. A primeira razão é a de Antraceno sobre Antraceno mais Fenantreno, conhecida como An/178. A segunda engloba o Fl/(Fl+Py), ou seja, o Fluoranteno sobre o Fluoranteno mais Pireno. E, por último, o Bz(a) Antraceno sobre Bz(a) Antraceno mais Criseno, utilizado como BaA/228.

Ambos os grupos apresentados a cima são utilizados no índice indicador de origem de HPA, e são separados devido a sua origem: originado do petróleo, da combustão fóssil ou da combustão de matérias orgânicas. A tabela 1 apresenta este índice.

Razão	Petróleo	Combustão fóssil	Combustão de matéria orgânica
An/178	< 0,1	>0,1	>0,1
Fl/(Fl+Py)	<0.4	0,4 – 0,5	>0,5
BaA/228	<0,2	0,2 – 0,35	>0.35

Análise de dados

Piedade

As concentrações individuais dos compostos HPA nas amostras de Piedade são dadas na tabela 2. Em vermelho, os compostos utilizados na análise do índice.

Amostra	P111	P211	P411	P511	Média	Desvio Padrão	DP Relativo
NAF	2,3	9,2	< 1	< 1	5,8	4,9	84,5
1ME_NAF	3,0	4,3	< 1	< 1	3,7	0,9	24,9
2ME_NAF	6,1	7,7	< 1	< 1	6,9	1,2	16,8
C2_NAF	31,5	27,6	2,1	6,2	16,9	14,8	87,9
C3_NAF	12,7	7,4	2,3	3,5	6,5	4,7	72,4
C4_NAF	12,9	5,2	3,6	4,6	6,6	4,3	65,0
ACENAFTY	20,5	2,3	1,6	2,7	6,8	9,2	135,2
ACE	1,5	1,3	< 1	< 1	1,4	0,1	7,9
FLUOR	3,8	2,5	< 1	1,3	2,5	1,2	49,6
C1_FLUOR	8,1	3,4	1,6	2,0	3,8	3,0	79,1
C2_FLUOR	19,2	7,6	5,0	8,7	10,1	6,3	61,9
C3_FLUOR	< 1	8,2	6,6	6,2	7,0	1,1	15,1
DBZTIOF	3,3	2,0	1,1	1,0	1,8	1,1	58,8
C1_DBZTIOF	8,4	2,7	2,1	2,3	3,8	3,0	78,4
C2_DBZTIOF	20,7	5,1	3,8	3,6	8,3	8,3	99,9
C3_DBZTIOF	40,5	16,4	18,3	2,5	19,4	15,7	81,0
FEN	21,8	14,5	11,5	13,1	15,3	4,5	29,8
C1_FEN	33,8	13,1	11,8	15,4	18,5	10,3	55,5
C2_FEN	62,2	14,4	11,4	19,2	26,8	23,8	88,9
C3_FEN	67,0	13,7	8,3	16,9	26,5	27,2	102,9
C4_FEN	43,1	12,4	6,0	15,1	19,1	16,4	85,6
ANT	16,7	4,1	3,1	4,7	7,1	6,4	90,0
FLUORAN	130,3	49,6	39,5	57,5	69,2	41,4	59,8
PIR	164,2	35,1	66,2	44,2	77,4	59,3	76,6
C1_PIR	171,2	18,9	25,6	23,8	59,9	74,3	124,1
C2_PIR	90,2	12,5	15,4	15,9	33,5	37,8	112,9
Bz(a)ANT	167,6	32,9	36,3	43,4	70,1	65,2	93,0
CRIS	118,2	31,6	35,4	42,3	56,9	41,2	72,4
C1_CRIS	112,8	20,2	17,9	25,7	44,1	45,9	104,0
C2_CRIS	48,9	12,6	10,7	12,9	21,3	18,5	86,8
Bz(b)FLUOR	92,7	45,7	33,6	37,9	52,5	27,3	52,1

Bz(k)FLUOR	98,9	22,2	16,0	36,4	43,4	38,0	87,5
Bz(e)PIR	66,8	26,3	19,1	30,2	35,6	21,3	59,9
Bz(a)PIR	119,3	33,1	27,2	46,7	56,6	42,6	75,4
Perileno	35,4	23,7	15,5	19,8	23,6	8,6	36,3
Indeno(123-cd)PIR	84,1	34,6	41,5	36,5	49,2	23,5	47,8
DBz(ah)ANT	24,7	4,3	3,7	8,7	10,4	9,8	94,8
Bz(ghi)PERIL	68,6	31,2	47,3	30,5	44,4	17,9	40,3

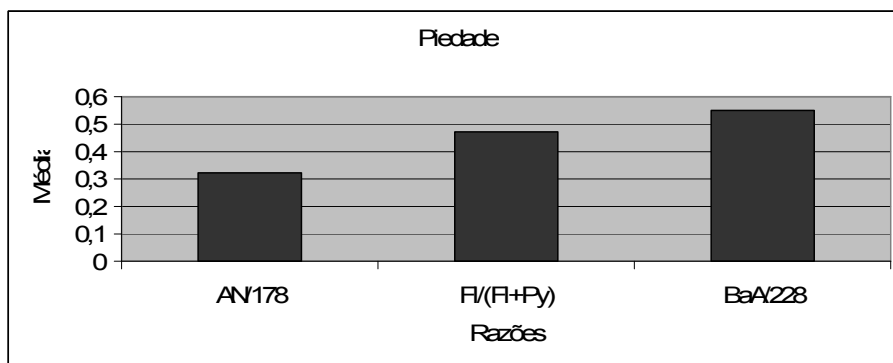
Tabela 2. Concentrações, em $\mu\text{g.kg}^{-1}$, de cada composto HPA nas amostras de Piedade. NAF = naftaleno; 1MEN_NAF = 1 - metil naftaleno; 2MEN_NAF = 2 - metil naftaleno; C2_NAF = C2 naftaleno; C3_NAF = C3 naftaleno; C4_NAF = C4 naftaleno; ACENAFTY = acenaftileno; ACE = acenafteno; FLUOR = fluoreno; C1_FLUOR = C1 fluoreno; C2_FLUOR = C2 fluoreno; C3_FLUOR = C3 fluoreno; DBZTIOF= dibenzotiofeno; C1_DBZTIOF = C1 dibenzotiofeno; C2_DBZTIOF = C2 dibenzotiofeno; C3_DBZTIOF = C3 dibenzotiofeno; FEN = fenantreno; C1_FEN = C1 fenantreno; C2_FEN = C2 fenantreno; C3_FEN = C3 fenantreno; C4_FEN = C4 fenantreno; ANT = antraceno; FLUORAN = fluoranteno; PIR = pireno; C1_PIR = C1 pireno; C2_PIR = C2 pireno; Bz(a)ANT = benzo(a)antraceno; CRIS = criseno; C1_CRIS = C1 criseno; C2_CRIS = C2 criseno; Bz(b)FLUOR = benzo(b)fluoranteno; Bz(k)FLUOR = benzo(k)fluoranteno; Bz(e)PIR = benzo(e)pireno; Bz(a)PIR = benzo(a)pireno; Perileno = perileno; Indeno(1,2,3-cd) = indeno(1,2,3-c,d)pireno; DBz(ah)ANT = dibenzo(a,h)antraceno; Bz(ghi)PERIL = benzo(g,h,i)perileno.

Na região de Piedade trabalhou-se com a média dos valores de cada HPA utilizados, conseqüentemente obtendo-se também a média das razões entre diferentes HPA. Além disso, não foi analisada a mudança da concentração de HPA, e nem a das razões entra os HPA ao longo do tempo, pois se trata de uma área que não sofreu o vazamento de óleo.

Amostra	Média
Bz(a)ANT	7,10
FEN	15,3
Bz(a)ANT+FEN	22,4
AN/178	0,32

Amostra	Média
FLUORAN	69,2
PIR	77,4
Fl+Py	146,6
Fl/(Fl+Py)	0,47

Amostra	Média
Bz(a)ANT	70,1
CRIS	56,9
Bz(a)ANT + CRIS	127
BaA/228	0,55



É válido ressaltar, que em Piedade o valor encontrado pra razão BaA/228 é maior que aquela para FI/(FI+Py) que é mais alta do que a de AN/178.

Nova Orleans

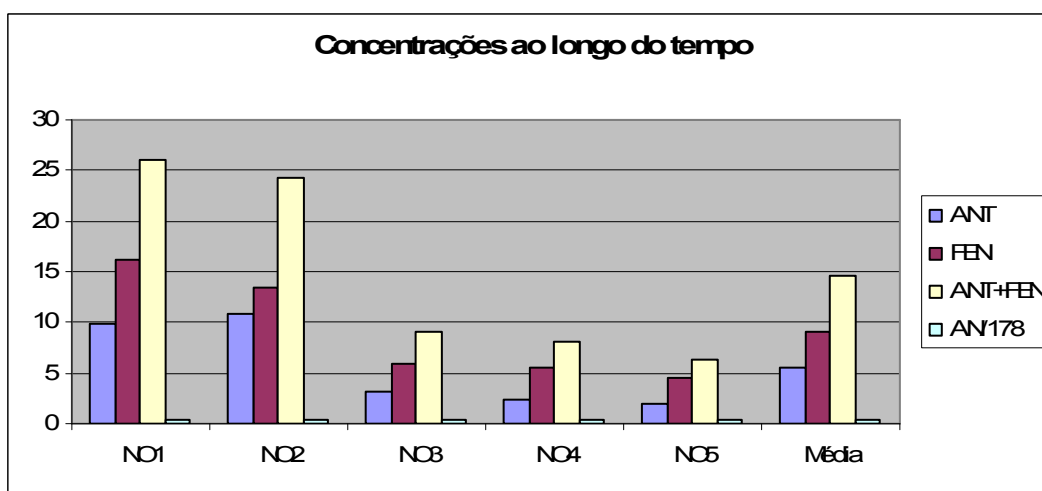
As concentrações individuais dos compostos HPA nas amostras de Nova Orleans são dadas na tabela 3. Em vermelho, os compostos utilizados na análise do índice.

Amostra	NO111	NO211	NO311	NO411	NO511	Média	Desvio Padrão	DP Relativo
NAF	2,6	< 1	2,1	2,1	< 1	2,3	0,3	12,7
1ME_NAF	< 1	1,7	< 1	< 1	< 1	1,7	#DIV/0!	#DIV/0!
2Me_NAF	< 1	3,8	< 1	< 1	< 1	3,8	#DIV/0!	#DIV/0!
C2_NAF	12,6	23,5	22,9	4,6	11,5	15,0	8,1	53,7
C3_NAF	122,1	83,6	9,1	5,7	5,2	45,2	54,4	120,5
C4_NAF	480,6	569,9	36,0	20,0	22,4	225,8	275,2	121,9
ACENAFTY	1,0	1,9	1,0	1,1	1,0	1,2	0,4	34,7
ACE	2,8	4,4	1,2	< 1	< 1	2,8	1,6	55,9
FLUOR	3,2	2,6	1,7	1,4	1,6	2,1	0,8	37,1
C1_FLUOR	36,0	26,5	8,0	6,0	5,7	16,5	14,0	84,8
C2_FLUOR	254,1	202,3	35,3	17,6	8,0	103,5	115,7	111,9
C3_FLUOR	584,4	878,0	68,4	78,1	95,8	340,9	371,2	108,9
DBZTIOF	16,8	8,2	2,2	1,9	1,5	6,1	6,6	107,5
C1_DBZTIOF	75,5	62,2	9,5	8,4	10,6	33,2	32,8	98,8
C2_DBZTIOF	16,9	443,8	51,0	31,7	28,5	114,4	184,6	161,3
C3_DBZTIOF	< 1	962,2	135,0	113,7	224,3	358,8	405,1	112,9
FEN	16,1	13,5	5,9	5,6	4,5	9,1	5,3	58,1
C1_FEN	124,8	104,3	17,4	17,0	22,1	57,2	53,0	92,7
C2_FEN	583,1	889,4	113,5	149,4	84,5	364,0	357,4	98,2
C3_FEN	911,5	1791,2	292,0	387,9	239,6	724,4	653,5	90,2
C4_FEN	591,1	1287,8	257,3	290,6	384,7	562,3	425,9	75,7
ANT	9,9	10,8	3,2	2,4	1,9	5,6	4,3	77,2
FLUORAN	22,0	31,2	7,4	10,6	13,6	17,0	9,6	56,7
PIR	56,9	59,0	27,1	28,8	23,3	39,0	17,4	44,7
C1_PIR	246,0	207,9	147,7	114,7	70,2	157,3	70,6	44,9
C2_PIR	256,9	316,4	358,0	138,5	144,2	242,8	99,3	40,9
Bz(a)ANT	29,4	55,0	14,8	18,3	29,1	29,3	15,8	53,7
CRIS	48,8	61,6	32,5	27,5	25,0	39,1	15,6	40,0
C1_CRIS	160,5	252,0	8,2	87,5	119,7	125,6	90,1	71,7
C2_CRIS	254,1	363,3	223,8	157,9	198,5	239,5	77,7	32,4

Bz(b)FLUOR	17,8	32,0	11,5	14,9	17,9	18,8	7,8	41,6
Bz(k)FLUOR	5,7	18,3	4,3	7,1	6,7	8,4	5,6	66,7
Bz(e)PIR	19,7	31,9	17,1	21,7	20,1	22,1	5,7	25,9
Bz(a)PIR	14,8	33,6	11,9	15,1	22,7	19,6	8,8	44,9
Perileno	10,5	23,3	7,2	8,0	16,7	13,1	6,8	51,7
Indeno(123-cd)PIR	23,1	22,4	14,8	8,4	15,1	16,8	6,1	36,2
DBz(ah)ANT	13,3	19,9	13,4	4,7	7,6	11,8	5,9	50,0
Bz(ghi)PERIL	21,9	24,2	20,3	10,2	15,6	18,4	5,6	30,2

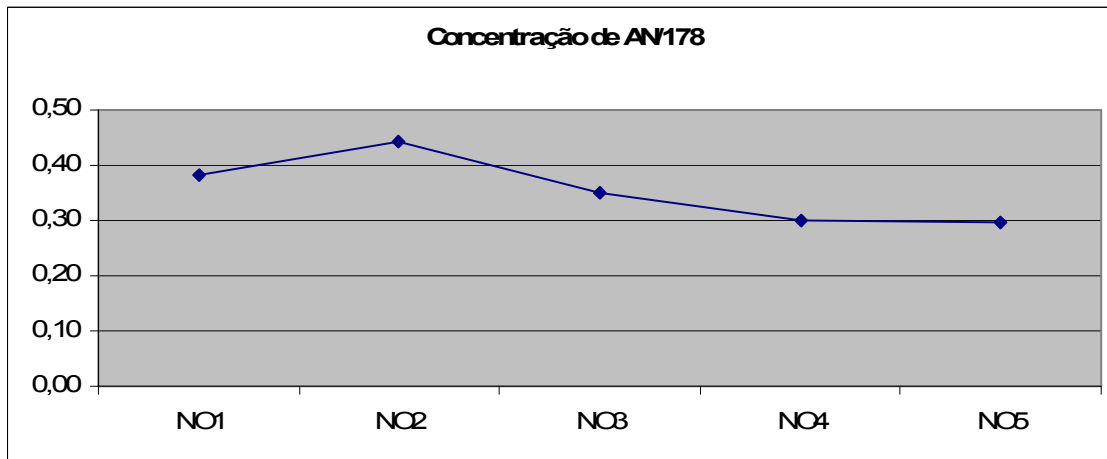
Nesta área trabalhou-se com a concentração de cada HPA em função do tempo e também de sua média, obtendo também as razões de HPA e podendo compará-las com o índice indicador.

Amostra	NO1	NO2	NO3	NO4	NO5	Média
ANT	9,9	10,8	3,2	2,4	1,9	5,6
FEN	16,1	13,5	5,9	5,6	4,5	9,1
ANT+FEN	26,0	24,3	9,1	8,0	6,4	14,7
AN/178	0,38	0,44	0,35	0,30	0,30	0,38

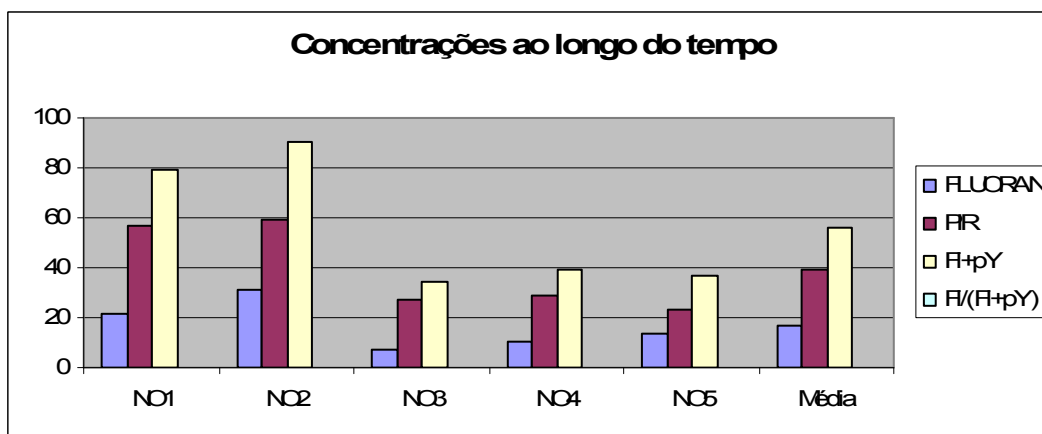


Analisando as concentrações destes HPA e a razão de AN178 Antraceno, é válido ressaltar a diminuição das concentrações de Antraceno e Fenantreno, conseqüentemente de Antraceno mais Fenantreno ao longo do tempo. Além disso, observando este mesmo gráfico de barras, a concentração de AN/178 está aparentemente constante.

Porém ao analisar o gráfico a baixo, é possível ver a variação na sua concentração ao decorrer das estações. Ficando evidente um aumento abrupto no ano de 2001 e, em seguida, sofre uma queda até sua concentração se manter praticamente constante.

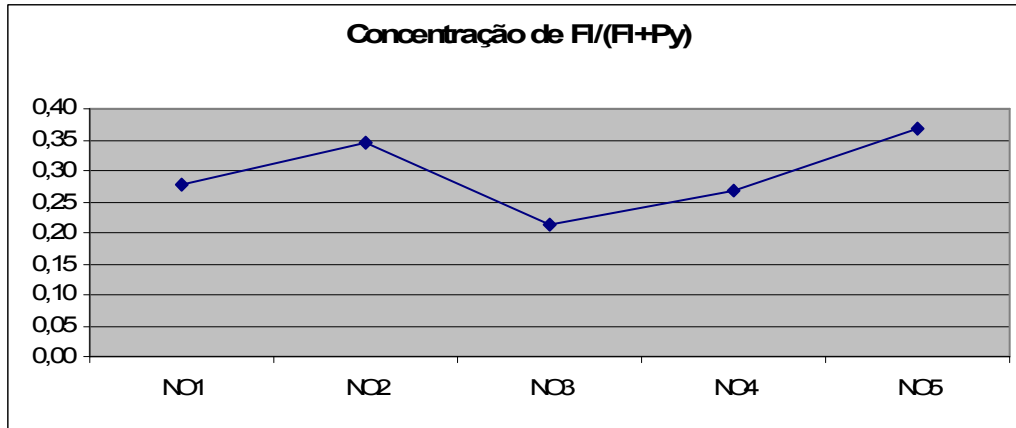


Amostra	NO1	NO2	NO3	NO4	NO5	Média
FLUORAN	22	31,2	7,4	10,6	13,6	17,0
PIR	56,9	59	27,1	28,8	23,3	39,0
Fl+Py	78,9	90,2	34,5	39,4	36,9	56,0
Fl/(Fl+Py)	0,28	0,35	0,21	0,27	0,37	0,30



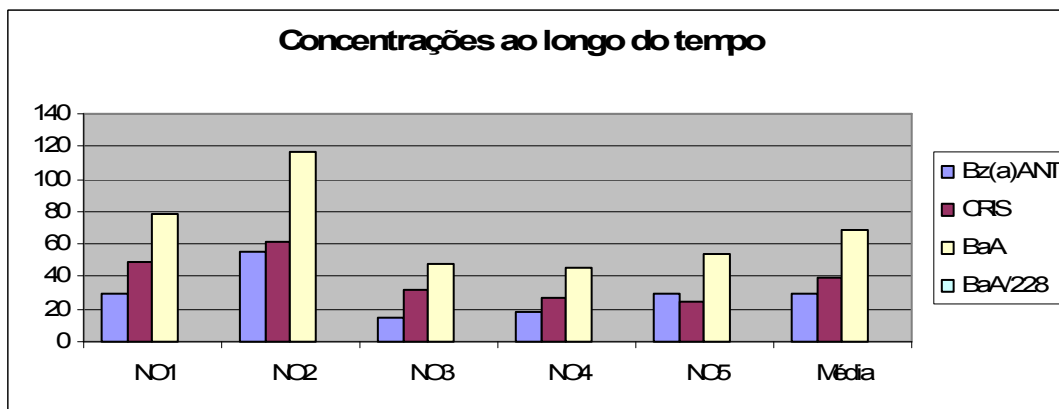
Observa-se que de novembro de 2000 para setembro de 2001 há um pequeno aumento tanto no Fluoranteno, como no Pireno, e posteriormente, tendo uma grande queda de ambos, diminuindo suas concentrações consideravelmente em setembro de 2002. Nas últimas amostragens estes continuam sofrendo diminuições. Como a razão Fl/(Fl+Py) é muito pequena, não é possível analisar pelo gráfico de barras, assim sendo necessário uma análise mais específica.

O gráfico a seguir mostra claramente a variação de concentração do Fl/(Fl+Py) ao longo do tempo. Esta sofre um aumento considerável em setembro de 2001, em seguida uma grande queda, e por último um aumento abrupto de novo.

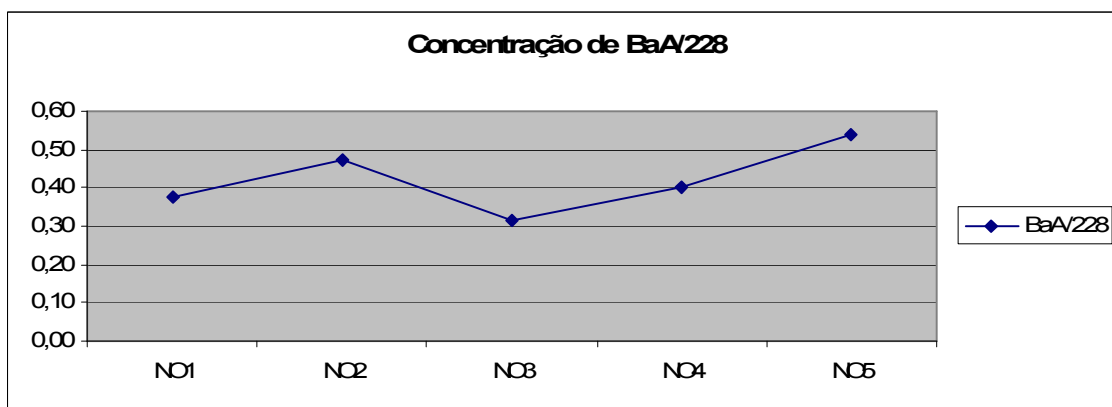


Por último, os valores das concentrações do Bz(a) Antraceno, do Criseno e da razão BaA/228.

Amostra	NO1	NO2	NO3	NO4	NO5	Média
Bz(a)ANT	29,4	55	14,8	18,3	29,1	29,3
CRIS	48,8	61,6	32,5	27,5	25	39,1
BaA	78,2	116,6	47,3	45,8	54,1	68,4
BaA/228	0,38	0,47	0,31	0,40	0,54	0,43



O gráfico evidencia mudanças pouco drásticas nas concentrações de Bz(a) Antraceno e Criseno ao longo das amostragens.



Porém, o mesmo não ocorre com a concentração de BaA/228 que sofre um aumento agudo no ano de 2001, seguido por uma queda expressiva em 2002 e um grande aumento no ano de 2004.

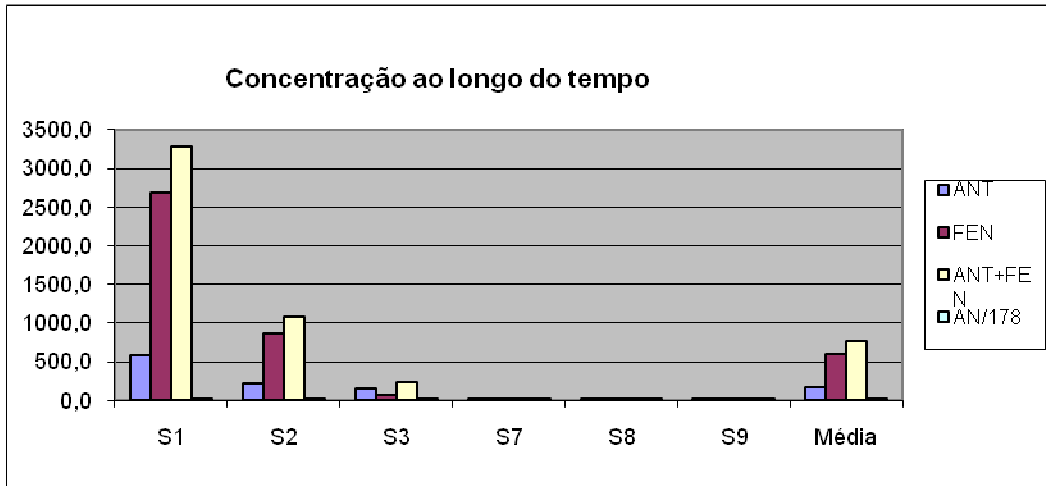
Suruí

As concentrações individuais dos compostos HPA nas amostras de Suruí são dadas na tabela 4. Em vermelho, os compostos utilizados na análise do índice.

Amostra	S111	S211	S311	S711	S811	S911	Média	Desvio Padrão	DP Relativo
NAF	14,4	16,8	1,2	0,97	1,7	1,5	6,1	7,4	121,3
1ME_NAF	867,3	251,6	15,5	0,56	0,5	2	189,6	346,5	182,8
2Me_NAF	304,3	37,5	5,1	2,13	1,6	n.d.	70,1	131,7	187,9
C2_NAF	24835,6	8967,3	2183,6	10,53	11	8,8	6002,8	9856,8	164,2
C3_NAF	63284,2	25586,5	9450,7	119,8	100,4	66,5	16434,7	25013,2	152,2
C4_NAF	60420,5	25374,3	13166,1	475,04	545,1	240,4	16703,6	23640,5	141,5
ACENAFTY	160,7	39,0	16,2	0,92	1,8	1,2	36,6	62,5	170,7
ACE	599,5	155,3	35,1	0,39	0,8	0,5	131,9	236,8	179,5
FLUOR	620,9	201,1	21,3	2,07	1,8	1,3	141,4	247,6	175,1
C1_FLUOR	3349,8	978,3	671,6	23,61	33,9	19,3	846,1	1291,2	152,6
C2_FLUOR	11030,8	2674,8	2383,4	224,51	278,6	97,8	2781,7	4200,6	151,0
C3_FLUOR	15602,1	4459,6	4623,7	444,37	718	278,8	4354,4	5860,3	134,6
DBZTIOF	897,9	338,7	164,9	3,86	4,4	4	235,6	350,7	148,9
C1_DBZTIOF	5705,4	1313,0	760,8	42,02	56,9	30,6	1318,1	2210,7	167,7
C2_DBZTIOF	12124,0	2956,7	2246,9	235,58	303	144,2	3001,7	4623,6	154,0
C3_DBZTIOF	13668,4	3784,8	3504,5	458,65	547	332	3715,9	5122,6	137,9
FEN	2689,2	863,7	76,8	4,03	5,4	8,4	607,9	1073,9	176,7
C1_FEN	10934,4	2616,3	916,0	44,35	67,9	26,4	2434,2	4282,5	175,9
C2_FEN	20248,7	4884,9	3561,1	313,98	381,4	198,5	4931,4	7757,9	157,3
C3_FEN	21414,7	5204,2	4869,3	610,07	694,7	561,4	5559,1	8063,9	145,1
C4_FEN	13271,4	3519,1	3994,8	638,22	711,8	585,7	3786,8	4892,6	129,2
ANT	586,4	222,5	161,3	1,76	6,9	6,3	164,2	227,0	138,3
FLUORAN	148,5	35,1	48,8	8,45	8,3	12,5	43,6	54,0	123,7
PIR	1017,3	318,8	405,4	50,16	65,1	63,4	320,0	373,4	116,7
C1_PIR	3495,3	932,9	1734,1	204,01	283,9	222,2	1145,4	1295,7	113,1
C2_PIR	5601,8	1634,9	3387,4	502,11	496,3	491,3	2019,0	2088,6	103,4
Bz(a)ANT	501,4	130,6	141,1	17,06	15,8	25,3	138,5	186,8	134,8
CRIS	957,1	329,2	486,9	6,36	55,4	70,1	317,5	364,6	114,8
C1_CRIS	3070,5	964,5	1571,6	153,53	197,1	240,8	1033,0	1144,2	110,8
C2_CRIS	4790,1	1452,3	2839,8	335,12	385,4	616,7	1736,6	1770,1	101,9
Bz(b)FLUOR	63,4	31,5	69,9	18,35	47,5	20,1	41,8	22,0	52,6
Bz(k)FLUOR	78,4	10,1	12,2	2,92	8,2	3,7	19,2	29,2	151,8
Bz(e)PIR	329,7	66,3	177,1	21,48	67,6	41,5	117,3	117,2	100,0
Bz(a)PIR	225,8	45,9	107,8	19,22	35,8	26,7	76,9	79,5	103,5
Perileno	190,7	19,3	80,0	12,01	27,3	18,8	58,0	69,5	119,9
Indeno(123-cd)PIR	22,0	7,4	32,8	4,11	15	18,3	16,6	10,4	62,5
DBz(ah)ANT	151,2	11,4	44,7	3,99	15,4	13,6	40,0	56,2	140,4
Bz(ghi)PERIL	136,0	21,7	98,9	9,12	22,3	13,2	50,2	53,6	106,8

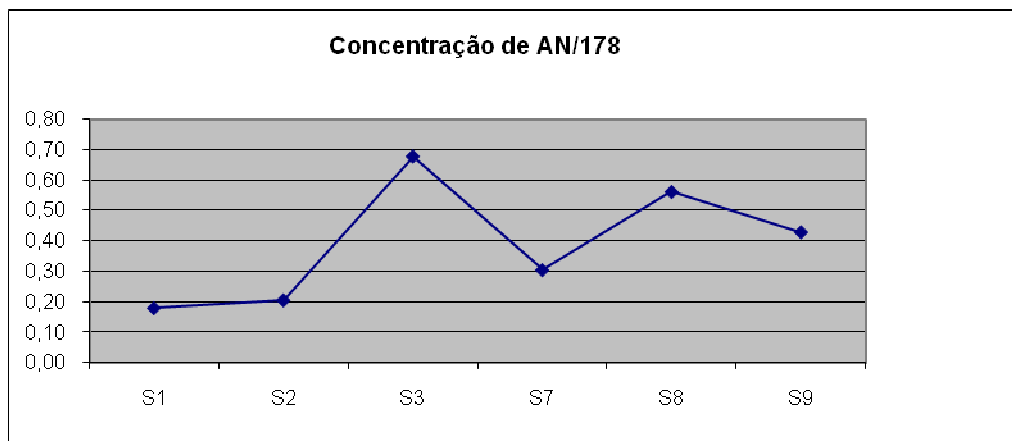
Nesta região trabalhou-se com a concentração de cada HPA, as razões de HPA e suas médias em função do tempo e também de sua média.

Amostra	S1	S2	S3	S7	S8	S9	Média
ANT	586,4	222,5	161,3	1,8	6,9	6,3	164,2
FEN	2689,2	863,7	76,8	4,0	5,4	8,4	607,9
ANT+FEN	3275,7	1086,2	238,1	5,8	12,3	14,7	772,1
AN/178	0,2	0,2	0,7	0,3	0,6	0,4	0,2



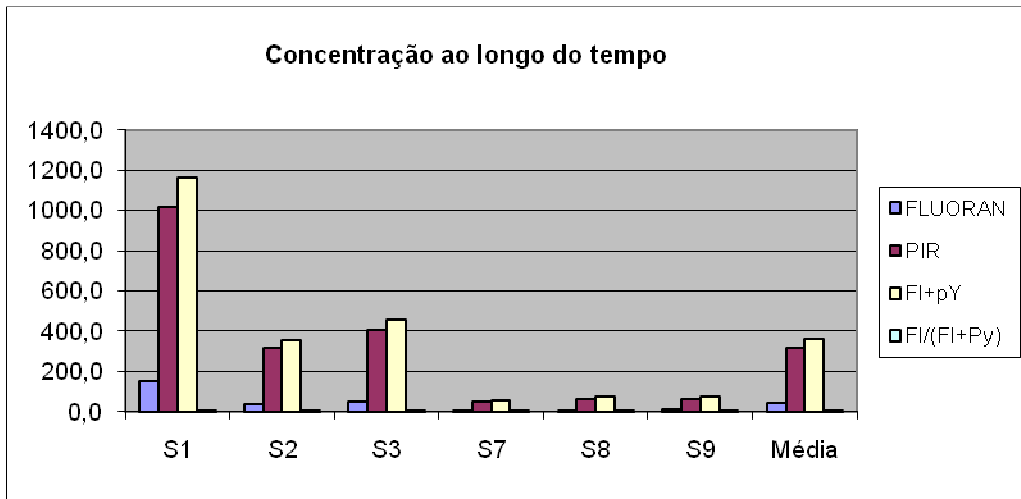
A partir do gráfico, identifica-se uma crescente queda das concentrações de Antraceno e Fenantreno ao longo do tempo.

Além disso, com a ajuda do gráfico a baixo é notável um aumento abrupto na concentração de AN/178 em setembro de 2002 e julho de 2006.

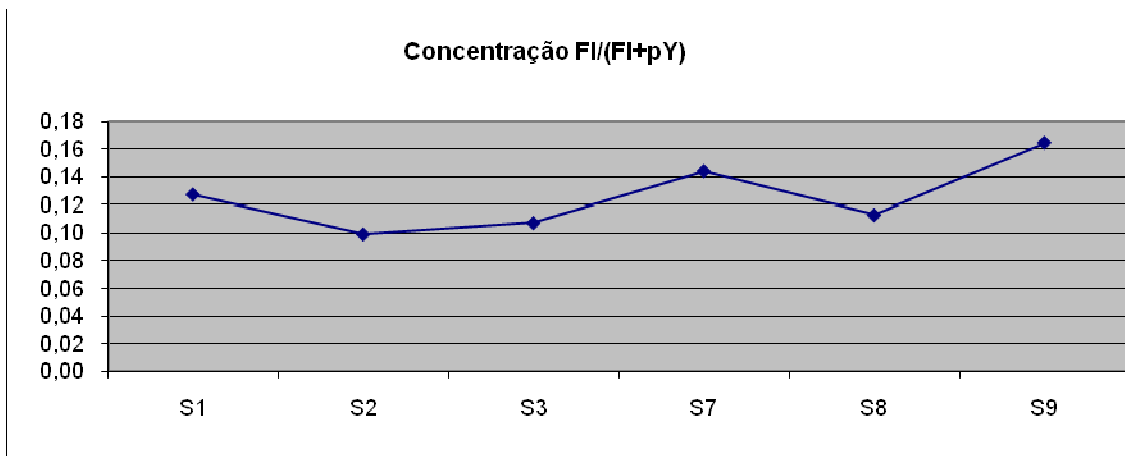


Seguindo, a análise:

Amostra	S1	S2	S3	S7	S8	S9	Média
FLUORAN	148,5	35,1	48,8	8,5	8,3	12,5	43,6
PIR	1017,3	318,8	405,4	50,2	65,1	63,4	320,0
Fl+pY	1165,8	353,9	454,1	58,6	73,4	75,9	363,6
Fl/(Fl+Py)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1

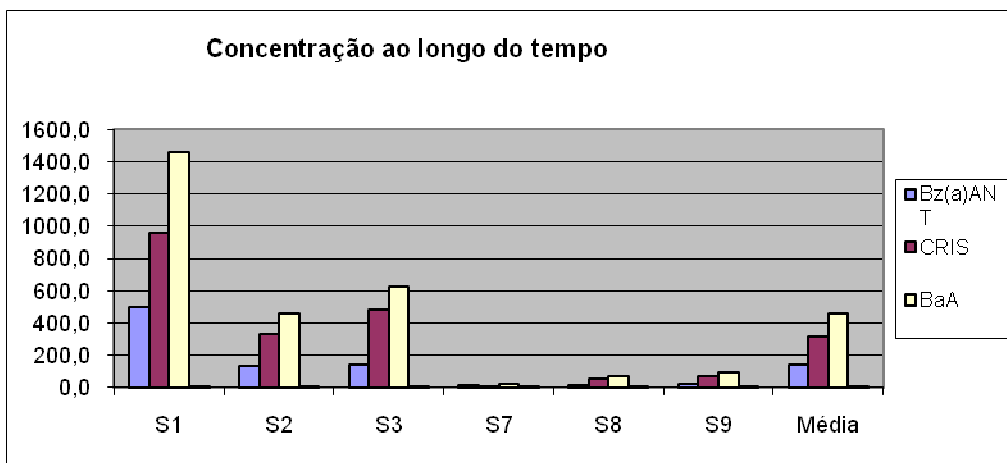


Observa-se uma diminuição crescente do Fluoranteno e Pireno ao longo das amostragens. Também é possível notar uma variação irregular na concentração de Fl/(Fl+Py), tendo um aumento e queda expressivo no ano de 2006, em janeiro e julho, respectivamente, como mostrado no gráfico a seguir.

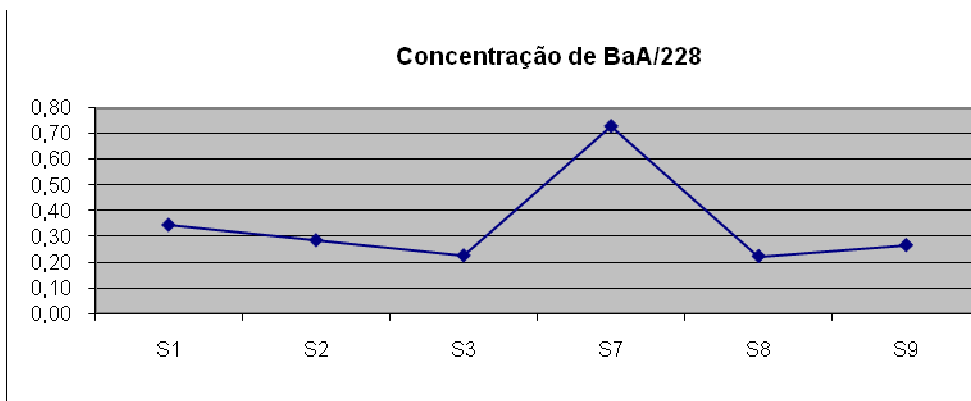


E finalmente:

Amostra	S1	S2	S3	S7	S8	S9	Média
Bz(a)ANT	501,4	130,6	141,1	17,1	15,8	25,3	138,5
CRIS	957,1	329,2	486,9	6,4	55,4	70,1	317,5
BaA	1458,6	459,7	628,0	23,4	71,2	95,4	456,0
BaA/228	0,3	0,3	0,2	0,7	0,2	0,3	0,3



O gráfico evidencia uma diminuição contínua das concentrações de Criseno e de Bz(a) Antraceno.



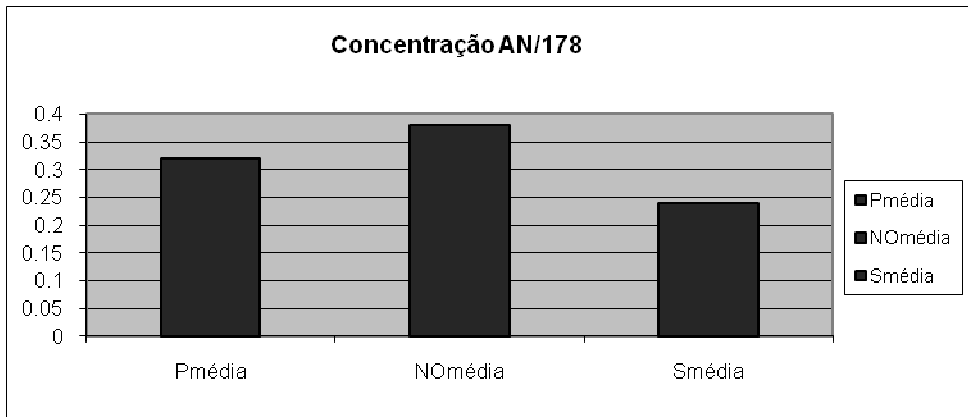
Ademais, é interessante ressaltar um grande aumento na concentração de BaA/228 em janeiro de 2006, enquanto as outras variações são menos agudas.

Observações gerais

Após a análise do comportamento das concentrações individuais de cada composto HPA e da obtenção e estudos dos valores de algumas razões entre HPA, é possível partir para a comparação entre estes e o índice indicador, o qual se encontra exposto a baixo.

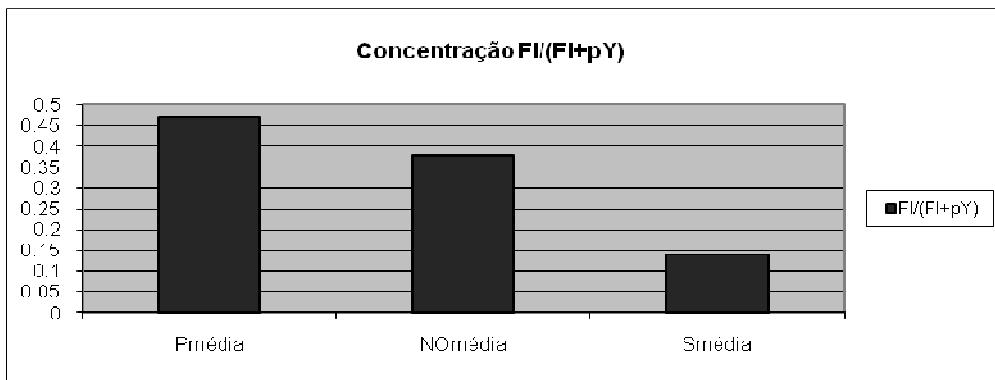
Razão	Petróleo	Combustão fóssil	Combustão de matéria orgânica
An/178	< 0,1	>0,1	>0,1
Fl/(Fl+Py)	<0,4	0,4 – 0,5	>0,5
BaA/228	<0,2	0,2 – 0,35	>0,35

Amostra	Pmédia	NOmédia	Smédia
AN/178	0,32	0,38	0,24



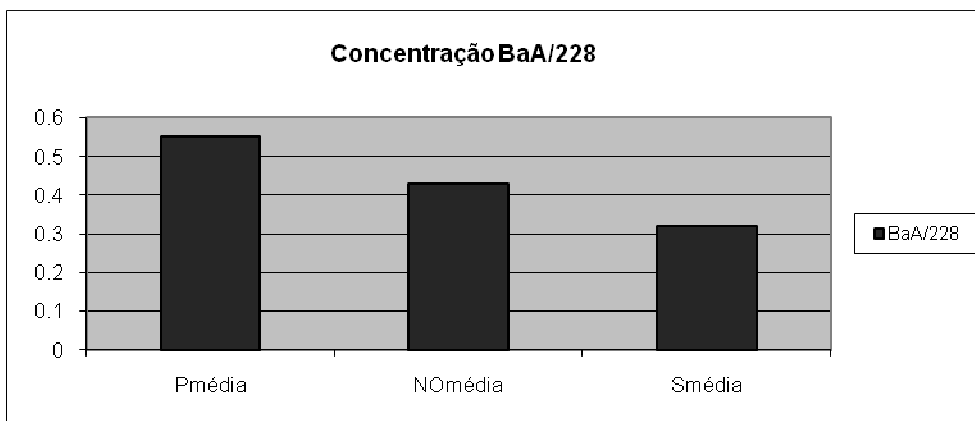
A média dos valores de AN/178 encontrados em todas as regiões é menor que 0,1. Assim, baseado no índice, fica claro que o petróleo não é a origem dos hidrocarbonetos nessas áreas.

Amostra	Pmédia	NOmédia	Smédia
FI/(FI+pY)	0,47	0,38	0,14



Piedade tem o índice maior que 0,4 e menor que 0,5, assinalando a combustão fóssil como a origem dos hidrocarbonetos. Porém, tanto Nova Orleans quanto Suruí possuem valores mais baixos que 0,4, indicando o petróleo como a causa das variações dos HPA. Além disso, vale ressaltar que a média de Nova Orleans é muito mais alta que a de Suruí assim, confirmando a forte degradação que Suruí sofreu.

Amostra	Pmédia	NOmédia	Smédia
BaA/228	0,55	0,43	0,32



Nenhuma das regiões apresenta média menor que 0,2, não havendo indícios de petróleo. Porém, o valor de Suruí se encontra entre 0,2 e 0,35, indicando como origem a combustão fóssil. Já Piedade e Nova Orleans possuem média maior que 0,35, assinalando a combustão de matéria orgânica a principal causa para a variação de hidrocarbonetos.

Conclusão

De uma maneira geral, os resultados apresentados ao longo do relatório foram bastante satisfatórios. Além disso, o índice mostrou-se um bom parâmetro para a situação de contaminação da Baía de Guanabara. Porém, como há entrada e saída de misturas de algumas fontes ao longo de tempo, podem ocorrer erros pequenos ao longo do processo de análise, sendo assim, importante descartar estas diferenças.

Ademais, é válido ressaltar que existem muitas outras variáveis que interferem na concentração do HPA no ambiente, tais como: a quantidade de óleo, o tipo de óleo e a relativa toxicidade dos seus compostos de hidrocarbonetos; a frequência do evento e o tempo de exposição, incluindo a persistência de resíduos em condições ambientais particulares; a condição do óleo, por exemplo, grossura da camada, natureza da emulsão, grau de tempo; condições climáticas e temporais; status de oxigênio e presença de outros poluentes; dispersantes químicos que podem ser usados para propostas de limpeza; e a sensibilidade da biota específica do ecossistema.

Sendo assim, é necessária a continuação do projeto, focando em outras variáveis e analisando suas influências em amostras ambientais para haver uma complementação e atualização do conteúdo.

Referências

Ignácio, G.M. Avaliação da contaminação por hidrocarbonetos em água, sedimento e ostras do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá (Paraná – Brasil). Rio Grande, 2007. 82p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica, Fundação Universidade Federal do Rio Grande.

Zhendi Wang, Merv Fingas, David S. Page. Oil spill identification – Journal of Chromatography A

José Alexandre R. Vieira, Francisco Antônio M. de Souza. Sobre a poluição causada por derramamento de óleo no mar. Campinas – SP, Outubro 2007.

http://pt.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1gina_principal

http://poluicao_ambiental.vilabol.uol.com.br/seminarios/Poluicao_petroleo.htm