

Copyright 2004, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Este Trabalho Técnico Científico foi preparado para apresentação no 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, a ser realizado no período de 2 a 5 de outubro de 2005, em Salvador. Este Trabalho Técnico Científico foi selecionado e/ou revisado pela Comissão Científica, para apresentação no Evento. O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Sócios e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho será publicado nos Anais do 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás

**PROVENIÊNCIA DA MATÉRIA ORGÂNICA ESTOCADA EM
SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA REGIÃO NORTE
DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS, BAHIA.**

Isa Guimarães Veiga², Antônio Fernando de Souza Queiroz¹, Joil José Celino¹, Jorge Roberto Trigüis²

¹ Núcleo de Estudos Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Rua Barão de Geremoabo, s/n, Sala 305 A1, Federação, CEP 40170-290, Salvador - Bahia – Brasil, e_mail: queiroz@ufba.br

² Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Macaé – Rio de Janeiro – Brasil. e_mail: veiga@uenf.br

Resumo – As regiões de manguezal da região norte da baía de Todos os Santos (BTS), Bahia, assistiram à implantação das primeiras unidades de exploração, produção e refino de petróleo em território brasileiro. Como consequência desse pioneirismo, um grande passivo ambiental se faz sentir pela biota local (fauna e flora) e está registrado nos sedimentos superficiais dos manguezais, sob a forma de contaminação por hidrocarbonetos de petróleo, aportados ao meio graças a derrames acidentais durante as operações de exploração, produção e refino. O objetivo do presente trabalho é, usando-se biomarcadores moleculares específicos (alcanos saturados), avaliar a origem da matéria orgânica sedimentar. Os resultados obtidos demonstram que a matéria orgânica sedimentar estocada nos sedimentos do substrato das zonas de manguezal em foco é proveniente, principalmente da vegetação superior representada pelo manguezal e, subordinadamente, de origem antropogênica, vinculada a aportes acidentais de óleo e efluentes de esgotos domésticos / industriais no ambiente.

Palavras-Chave: Biomarcadores; Hidrocarbonetos; Manguezais; Baía de Todos os Santos.

Abstract – Todos os Santos Bay, located in Recôncavo Bahiano, is the largest navigable bay of Brazil. Its seafront has about 450 km and is recovered by extensive mangroves, which have developed over an humid substract rich in argillaceous minerals and organic mater. Coastal marine ecosystems, specially the semi-enclosed systems like bays, are under unrelenting stress caused by urban and industrial development. Mangroves are classified as being the most sensitive coastal environmental and can be seriously affected by oil. Petroleum causes alteration on the mangrove that are common to several spills studies. In order to accomplish the assessment of oil spills impacts on mangrove a long term monitoring must take place. Monitoring plays a vital role in strategies to identify, assess and control stressors. This study was undertaken in the north area of Todos os Santos Bay to evaluate the possibility of chronic environmental impact induced by 50 years of exposure to the local petroleum industry. Pollution was investigated by determination of aliphatic hydrocarbon concentrations and a comparison was made with the sediment from a reference site, located outside of the bay.

Keywords: Biomarker; Hydrocarbon; Sediments; Mangrove; Todos os Santos Bay.

1. Introdução

Com o objetivo de analisar a proveniência da matéria orgânica sedimentar estocada a série homóloga dos alcanos normais foi identificada nas amostras dos sedimentos superficiais de zonas de manguezal da região norte da baía de Todos os Santos – BTS - (Fig. 1A) entre os compostos nC_{14} – nC_{32} . Os compostos entre nC_{14} e nC_{16} foram identificados apenas em 38% das amostras, provavelmente por serem facilmente intemperizáveis em ambiente marinho de clima tropical. A figura 1B representa o padrão de distribuição das concentrações médias dos alcanos normais das concentrações de alcanos normais. Os alcanos normais são compostos facilmente intemperizados no ambiente marinho e sua presença em proporções consideravelmente altas pode ser indicativa de aporte recente de hidrocarbonetos fósseis. Assim sendo, com o objetivo de verificar esta hipótese, a contribuição relativa dos alcanos normais na composição dos **HTP** (hidrocarbonetos totais de petróleo) e **HRP** (hidrocarbonetos resolvidos de petróleo) foi determinada.

Os índices preferenciais de carbono (**IPC**) foram calculados para diversas faixas de compostos, segundo as equações descritas em Le Dréau et al., 1997; Wu et al., 2001, dentre outros. A determinação do **IPC** é uma medida comparativa da contribuição de n -alcanos derivados de síntese biogênica relacionada a vegetais superiores (**IPC** > 1) e hidrocarbonetos antropogênicos (**IPC** < 1), indicativo de poluição ambiental por petróleo (Aboul-Kassim & Simoneit, 1996). Adicionalmente foram calculadas razões entre as concentrações dos compostos nC_{29} e nC_{17} .

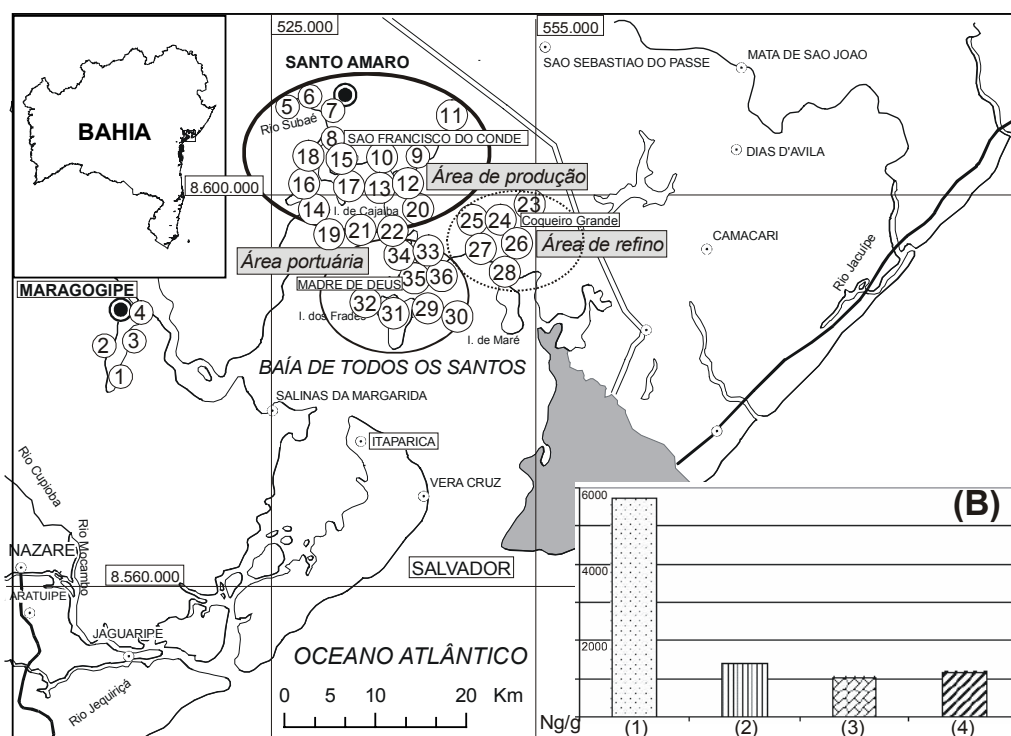


Figura 1 – Mapa de situação e de localização das estações de amostragem dos sedimentos na BTS agrupadas por atividade principal (áreas de produção, refino e portuária) associada ao diagrama de distribuição das concentrações de alcanos normais onde (1) áreas de produção, (2) refino, (3) portuária e (4) controle.

2. Métodos Experimentais

2.1. Amostragem

Baseando-se em estudos anteriores (Tavares, 1997; Peso_Aguiar, 2000; Orge et al., 2000) foi estabelecido inicialmente um levantamento geoquímico orientativo em oito (8) estações. Após a aquisição dos dados analíticos referentes a esta campanha, o número de estações das amostras foi ampliado. A escolha obedeceu aos critérios de: tipo de atividade petrolífera instalada (ativa ou inativa), estado de conservação do ecossistema e facilidade de acesso (terra e mar).

Consistiu na coleta sistemática de sedimentos superficiais até 20,0 cm do substrato do manguezal, em região de inter-maré, em locais selecionados como mostrado na figura 1, nos períodos de novembro de 2001 e setembro de 2002 (Veiga, 2003). Utilizou-se uma colher metálica lavada na água do manguezal recolhendo amostras dos sedimentos superficiais com massa de aproximadamente 500 gramas, acondicionadas em vasilhames de vidro com tampas metálicas e imediatamente resfriadas à temperaturas em torno de 0°C.

2.2. Preparação das Amostras

Uma massa de 10g das amostras, sem tratamento prévio, foi fortalecida com uma solução de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos deuterados a concentrações definidas e extraídos com diclorometano ultra-puro em soxhlet por 16 horas. O extrato foi então colocado em um concentrador de célula fechada do tipo Kuderna Danish a um volume de 1 ml. A massa de óleo foi determinada neste concentrado por gravimetria.

2.3. Métodos Analíticos

A fração de hidrocarbonetos saturados foi separada deste extrato através do tratamento do mesmo com uma coluna de sílica gel ativada e eluição com hexano ultra puro. A fração de hidrocarbonetos aromáticos foi separada através da eluição com uma mistura de hexano/diclorometano da mesma coluna, e a fração de NSO foi separada através da eluição do mesmo extrato na coluna com metanol. Todas as frações foram determinadas por gravimetria.

O concentrado final foi diretamente injetado, sem divisão de fluxo, em uma coluna de fase estacionária 30m DB-5 instalada em um cromatógrafo a gás HP 6890. A programação de cromatografia gasosa (CG) dos hidrocarbonetos saturados é descrita a seguir: injeção sem divisão de fluxo, com o injetor a 280° C; temperatura inicial da coluna 50° C, isoterma por 1 minuto, taxa de aquecimento de 6° C/min até a temperatura final de 310° C, isoterma de 10 minutos.

A análise de biomarcadores saturados foi realizada utilizando-se a técnica de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM), utilizando-se a fração de hidrocarbonetos saturados. Os biomarcadores do tipo terpanos pentacíclicos e esteranos foram analisados através da técnica de monitoramento seletivo de íons, utilizando-se os íons m/z 191 e m/z 217 como íons diagnósticos dos biomarcadores. A análise foi quantitativa.

Tabela 1 – Concentração dos *n*-alcanos (ng/g) nos sedimentos superficiais da região norte da BTS.

	Estação	Local	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30	C31	C32
Controle	1	Maragogipe	0,00	0,00	0,00	30,68	52,05	74,49	63,18	76,34	90,04	171,75	153,89	353,62	94,24	278,41	102,71	930,70	91,04	177,23	67,10
	2	Maragogipe	0,00	0,00	0,00	20,15	38,29	51,66	27,84	27,02	31,41	95,45	57,72	196,80	18,60	113,46	26,67	391,48	0,00	49,69	0,00
	3	Maragogipe	0,00	0,00	0,00	5,89	12,01	17,12	11,39	8,92	16,93	33,66	18,97	60,40	5,07	39,42	9,93	152,61	7,61	26,22	0,00
	4	Maragogipe	0,00	0,00	0,00	0,00	11,96	18,30	11,72	7,77	16,11	21,51	15,37	30,88	6,85	18,48	5,98	56,62	0,00	14,31	0,00
Área de Produção	5	Subaé	0,00	0,00	0,00	41,08	105,14	133,52	86,60	101,19	150,15	228,71	186,71	286,72	66,84	208,20	60,75	725,47	69,20	319,29	37,70
	6	Subaé	0,00	0,00	0,00	27,09	42,18	83,39	65,29	79,58	105,61	207,60	166,16	393,34	81,85	307,73	80,64	503,01	66,44	111,84	39,71
	7	Subaé	0,00	0,00	0,00	14,65	23,65	50,17	29,82	59,26	82,54	288,83	142,58	571,97	53,19	338,90	48,52	475,44	63,12	140,88	48,80
	8	Subaé	0,00	0,00	0,00	0,00	11,45	31,85	16,48	24,80	20,47	151,87	58,72	367,50	32,15	397,40	83,12	1140,18	82,67	319,01	21,88
	9	D. João	0,00	0,00	0,00	18,36	40,29	65,16	41,70	40,85	61,80	115,16	78,62	220,10	42,03	119,55	107,56	161,43	57,38	83,49	43,88
	10	D. João	0,00	24,90	65,95	145,31	257,70	487,66	376,80	404,68	328,08	396,70	296,50	585,03	339,38	633,09	401,14	1169,19	1198,17	1266,15	431,53
	11	D. João	0,00	150,77	153,96	373,43	301,22	400,81	38,58	95,30	31,50	604,91	350,16	997,84	420,14	736,22	165,52	529,99	581,12	782,26	25,10
	12	D. João	0,00	0,00	3,95	6,33	10,31	19,79	11,89	12,60	16,37	31,42	25,24	56,23	19,29	37,70	21,67	67,21	50,88	31,60	10,27
	13	Cajaíba	0,00	0,00	0,00	0,00	29,33	42,60	25,61	26,28	35,66	55,81	45,01	101,31	23,51	76,12	28,29	220,74	41,85	95,57	0,00
	14	Cajaíba	0,00	0,00	22,60	55,34	79,29	77,77	71,20	50,61	56,19	117,91	57,30	312,30	43,82	325,02	75,68	1028,81	95,83	242,74	35,86
	15	Cajaíba	0,00	0,00	208,40	530,39	1069,58	881,92	722,86	774,09	1019,62	2938,26	1194,30	7331,67	768,78	5302,83	925,49	7760,37	683,65	3071,76	0,00
	16	Cajaíba	0,00	0,00	0,00	278,83	417,12	835,20	542,62	706,32	1170,37	2423,65	2157,57	3744,62	978,98	2123,42	686,07	4314,38	680,19	1415,04	227,31
	17	Cajaíba	0,00	0,00	0,00	33,20	45,62	91,19	63,63	98,41	115,11	319,05	178,40	623,72	84,27	385,15	89,22	768,29	100,28	347,94	41,09
	18	Cajaíba	0,00	0,00	0,00	0,00	25,67	29,07	26,65	43,49	48,32	132,82	61,07	308,19	34,15	232,73	54,31	662,10	70,05	127,85	30,09
	19	I. Fontes	0,00	0,00	23,22	54,11	146,43	241,57	146,11	186,40	267,41	340,30	273,01	280,95	118,24	179,14	71,36	323,59	140,78	213,46	0,00
	20	I. Fontes	0,00	0,00	36,36	86,80	162,91	185,32	128,81	135,10	155,86	199,37	135,88	281,59	98,46	196,31	86,47	308,66	105,22	169,57	0,00
	21	I. Fontes	0,00	0,00	0,00	31,95	57,01	43,21	45,04	54,99	50,96	287,61	94,08	723,10	32,67	303,59	20,18	223,28	17,35	50,97	0,00
	22	I. Fontes	0,00	0,00	15,48	38,67	60,21	55,10	61,38	40,92	71,83	128,44	70,57	229,60	33,66	121,26	23,73	168,18	26,36	66,84	0,00
Área de Refino	23	RLAM	0,00	0,00	0,00	27,65	48,74	38,13	31,46	79,57	43,94	330,12	77,86	520,73	36,00	252,19	38,37	358,55	49,98	97,73	0,00
	24	RLAM	0,00	0,00	0,00	25,36	45,38	39,91	30,74	70,69	44,77	229,29	91,93	515,87	40,97	319,37	59,50	629,53	72,88	118,13	0,00
	25	RLAM	0,00	0,00	0,00	41,52	63,36	101,43	36,22	35,23	42,45	77,66	60,23	242,72	30,21	275,45	71,75	891,86	50,19	237,97	0,00
	26	RLAM	0,00	0,00	0,00	0,00	8,15	4,25	7,59	7,45	18,27	48,69	22,06	82,41	7,59	46,13	8,05	94,89	6,12	17,56	0,00
	27	RLAM	0,00	0,00	0,00	6,94	15,10	22,17	13,38	14,49	17,43	78,76	25,91	181,61	11,78	82,84	8,85	76,85	6,42	16,01	0,00
	28	RLAM	0,00	0,00	5,33	11,95	21,78	26,94	21,53	16,25	23,37	32,99	25,09	74,27	14,84	93,28	26,75	280,77	18,23	72,03	6,39
Área Portuária	29	Temadrede	0,00	0,00	3,43	11,14	19,39	18,90	19,29	11,84	19,84	22,99	17,42	27,26	6,58	7,09	3,60	11,63	3,71	9,54	0,00
	30	Temadrede	0,00	0,00	0,00	5,49	11,27	9,35	9,84	5,13	8,52	8,49	6,66	21,09	3,26	4,38	0,00	7,36	0,00	13,92	0,00
	31	Temadrede	69,15	68,54	97,89	153,20	194,82	310,47	151,33	159,59	116,86	125,19	103,33	97,21	63,05	90,18	92,26	312,54	31,46	0,00	0,00
	32	Temadrede	0,00	0,00	0,00	21,23	37,27	29,56	0,00	0,00	32,02	43,01	44,35	87,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	33	Caípe	0,00	0,00	0,00	59,38	78,49	188,40	58,26	77,28	55,28	104,46	76,80	262,03	38,26	179,42	83,90	546,28	53,86	85,20	0,00
	34	Caípe	0,00	5,55	9,11	22,57	31,71	29,96	28,21	21,61	27,60	37,12	19,46	78,68	14,80	57,79	21,74	133,66	36,69	42,56	6,52
	35	Caípe	0,00	0,00	5,14	13,32	22,67	21,77	27,04	18,05	26,92	39,47	22,87	72,39	9,38	48,01	16,26	123,00	19,46	22,68	0,00
	36	Caípe	0,00	0,00	16,82	81,36	94,55	96,07	125,73	78,78	72,94	158,33	66,90	342,16	67,65	262,85	80,49	547,16	59,79	175,41	0,00

3. Resultados e discussões

As concentrações totais de alcanos normais ($\sum nC14 - nC32$) variaram entre 1035,84 e 5728,68 ng/g, nas Áreas Portuária e Produção, respectivamente. Foram identificados picos de concentração elevada na Ilha de Cajaíba (36.507,27 ng/g) e D. João (9.175,77 ng/g), ambas na área de produção.

A identificação dos picos de maior concentração dos alcanos normais é um fator importante na avaliação de procedência da matéria orgânica sedimentar, uma vez que cada grupo de organismos imprime um registro específico nos cromatogramas da fração dos hidrocarbonetos saturados (Aboul-Kassim & Simoneit, 1995). De um modo geral, a quantificação de alcanos normais ($\sum nC14 - nC32$) mostrou uma distribuição com predominância de valores máximos de concentração em *n*C29 e *n*C25 (figura 3). Foram também registrados picos máximos em *n*C23 e *n*C31 em Ilha das Fontes e D. João, respectivamente.

Para a Área de Produção, os perfis cromatográficos (Fig. 4) apresentam uma distribuição de *n*-alcanos variando entre *n*C15 a *n*C32, com predominância de *n*-alcanos de alto peso molecular ($> nC20$), e concentrações de *n*-alcanos

ímpares maiores que as dos pares consecutivos (Figura 4). Nas localidades de D. João, Subaé, Ilha Cajaíba e Ilha das Fontes, os compostos leves estão severamente depletados, por vezes sem registro do isoprenóide pristano. Pode-se observar a existência de uma rampa correspondente aos compostos não resolvidos por cromatografia gasosa (MCNR) com comportamento bimodal, indicativo da presença de compostos de difícil degradação. O cromatograma (Fig. 4b) exibe uma feição típica de mistura de contribuição matéria orgânica, ilustrada pela depleção acentuada dos compostos entre $nC20 - nC22$, $nC28$ e $nC32$.

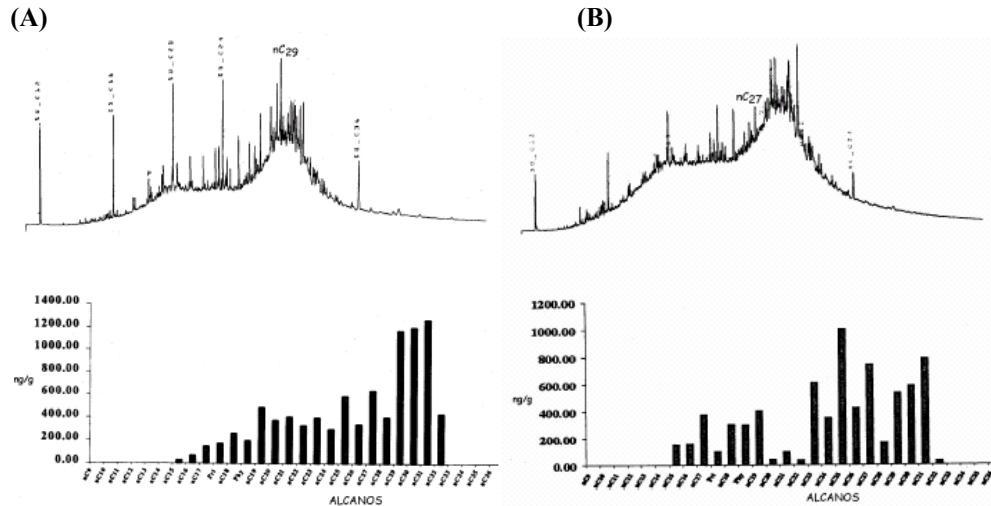


Figura 4 – Cromatogramas de hidrocarbonetos saturados da área de Produção (D. João)

Na Área de Refino, foram identificados n -alcanos entre $nC16 - nC32$ sendo que, em alguns locais, o isoprenóide pristano está ausente (figura 5). Os compostos leves ($<nC20$) estão fortemente depletados, nada se podendo concluir com relação à sua origem. Os picos de máximas concentrações correspondem aos compostos $nC25$ e $nC29$, com compostos ímpares predominando sobre os pares, típico dos vegetais superiores (manguezal). Normalmente, observa-se a ausência de rampa correspondente à MCNR.

Dentre todas as áreas estudadas, aquela que apresenta a distribuição de n -alcanos mais irregular é a área Portuária (figura 6). Os alcanos normais foram identificados entre $nC12 - nC32$, com ausência de alguns compostos no intervalo considerado. De modo geral, predominam os compostos leves sobre os pesados, o que é um possível indicativo de aporte recente de hidrocarboneto. Os picos de concentração máxima referem-se aos compostos $nC19$, $nC25$ e $nC29$. Em Madre Deus, os perfis cromatográficos parecem indicar mistura de matéria orgânica de origens distintas (fóssil e biogênica continental recente). Quanto à MCNR, é pouco significativa em Madre Deus e ocorre com comportamento bipolar proeminente em Caípe.

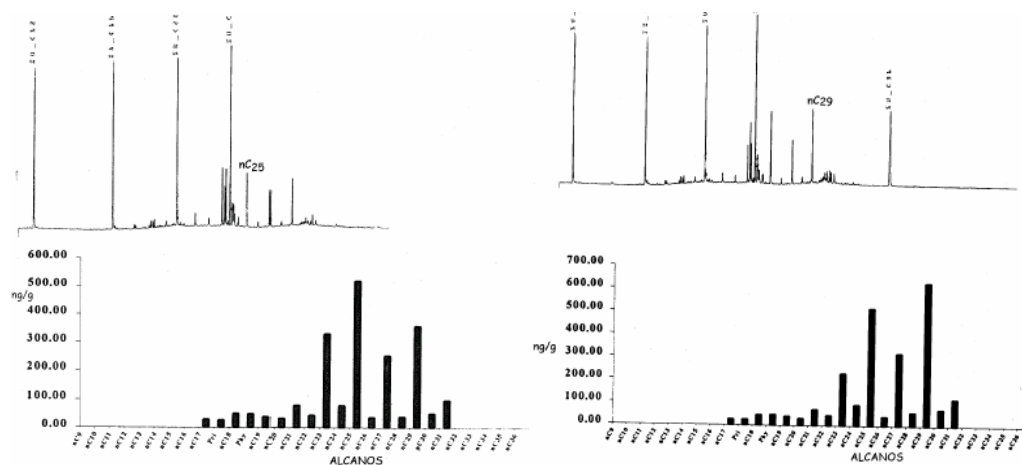


Figura 5 – Cromatogramas de hidrocarbonetos saturados da área de Refino (Coqueiro Grande)

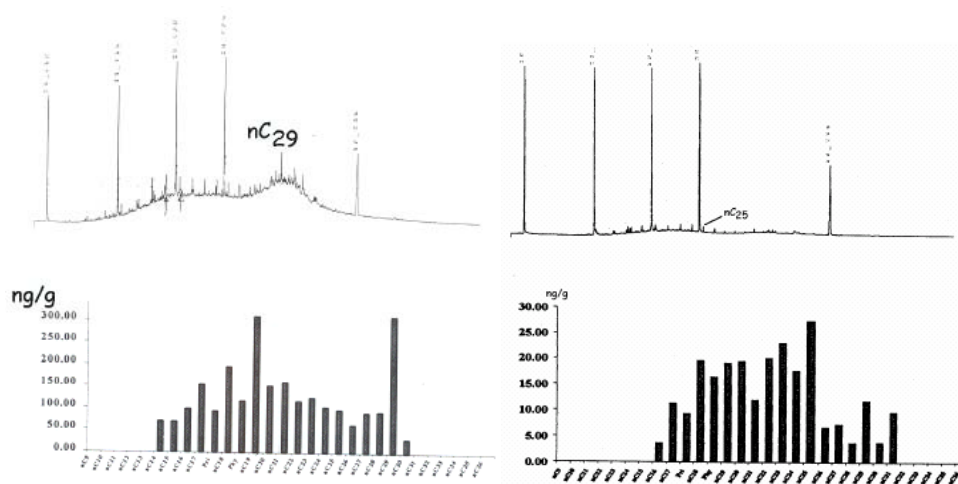


Figura 6 – Cromatogramas de hidrocarbonetos saturados da área Portuária (Madre Deus)

Na Área Controle (Maragojipe), os alcanos normais foram identificados entre os compostos $nC17 - nC32$, com picos em $nC29$ (figura 7). As frações leves foram severamente intemperizadas e ocorrem subordinadamente às pesadas.

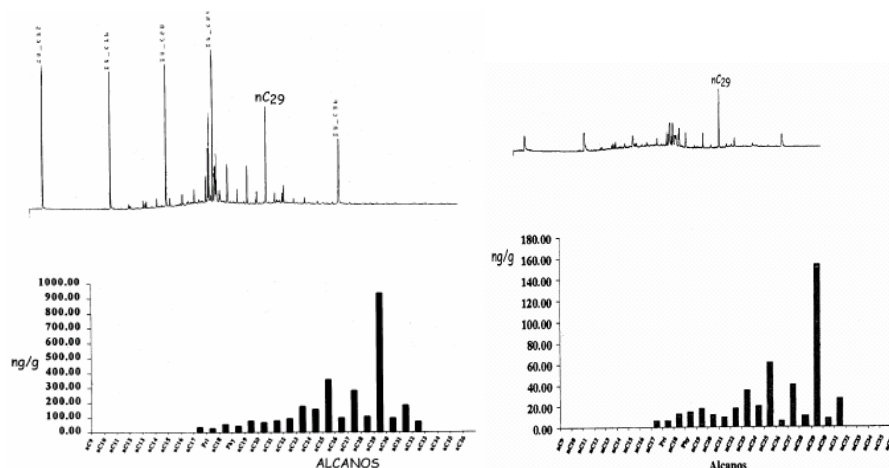


Figura 7 – Cromatogramas de hidrocarbonetos saturados da área de Controle (Maragojipe).

Os padrões descritos indicam uma origem complexa para a matéria orgânica sedimentar, relacionada a vegetais superiores, provavelmente ligada ao manguezal, derrames acidentais de óleos diversos e /ou lançamentos de esgotos domésticos e industriais, além de um alto grau de degradação dos óleos derramados no ambiente.

A predominância de picos em $nC29$ e $nC31$ associada à predominância de n -alcanos ímpares sobre os pares para o intervalo entre $nC23$ e $nC31$ fornece um forte indicio de origem biogênica continental a partir de vegetais superiores para a matéria orgânica sedimentar. Os picos em $nC25$ podem estar relacionados com bactérias não fotossintéticas, muito comuns em manguezais, enquanto que o pico em $nC23$ pode estar relacionado com a presença de óleo lubrificante no ambiente (Aboul-Kassim & Simoneit, 1995, entre outros). A ausência de picos na faixa dos n -alcanos leves não pode ser interpretada como ausência de contribuição de matéria orgânica marinha, uma vez que os compostos mais leves são facilmente degradados em amostras ambientais sob as condições de clima tropical. Em ambientes complexos como os manguezais, com influências marinha e continental, espera-se que coexistam compostos orgânicos de origens diversas, relacionadas aos diferentes agentes reguladores locais. Acrescente-se o fato que, na região norte da Baía de Todos os Santos, ainda se deve considerar o aporte antropogênico relacionado à indústria petrolífera e aos lançamentos de esgotos industriais e domésticos (Woodhead et al., 1999; Lê Dréau et al., 1997, entre outros). Assim, os resultados encontrados parecem condizer com essas características.

Os alcanos normais representam entre 1,17 % (Área Portuária) e 12,20 % (Área Controle) dos **HTP**, com valores extremos detectados em D. João (0,35%) e Maragojipe (35,4%). No que diz respeito à composição dos **HRP**, a fração dos alcanos normais é mais representativa, variando entre 18,77 % (portuária) e 27,63 % (controle). Os maiores percentuais de alcanos normais relativos aos **HRP** ocorrem em D. João, Ilha de Cajaíba, Coqueiro Grande e Madre Deus, localidades mais próximas das Áreas de Produção, Refino e Portuária e, conseqüentemente mais expostas aos

derrames acidentais. A existência de valores elevados de concentração de alcanos normais na composição dos **HRP**, em Subaé, pode ser indicativo da presença de hidrocarbonetos antropogênicos recentes, decorrentes de lançamentos de esgotos domésticos e/ou industriais ao longo do curso do rio Subaé.

O índice **IPC** geral ou **IPC₁₄₋₃₆** foi calculado considerando-se todos os compostos da série homóloga dos alcanos normais ($nC_{14} - nC_{36}$), identificados nos cromatogramas das amostras ambientais e apresentou valores muito superiores à unidade em todas as áreas, variando entre 4,31 (Área Portuária) e 10,90 (Área Controle). Esses resultados indicam uma predominância de hidrocarbonetos derivados de matéria orgânica recente nos sedimentos. Maiores detalhes quanto à procedência da matéria orgânica sedimentar podem ser obtidos por meio dos demais índices **IPC**, calculados para os hidrocarbonetos saturados normais compreendidos entre os intervalos $nC_{16} - nC_{20}$ (**IPC₁₆₋₂₀**), $nC_{22} - nC_{26}$ (**IPC₂₂₋₂₆**) e $nC_{26} - nC_{36}$ (**IPC₂₆₋₃₆**). Em todas as localidades verificou-se a seguinte relação: **IPC₁₆₋₂₀** < **IPC₂₂₋₂₆** < **IPC₂₆₋₃₆**. Valores de **IPC₂₆₋₃₆** superiores a 4, indicando uma possível origem da matéria orgânica sedimentar a partir da vegetação superior continental, foram predominantemente identificados em todas as áreas.

Quanto ao **IPC₁₆₋₂₀**, verificou-se que em todas as estações os valores médios calculados são aproximadamente iguais a 1, variando de $1,19 \pm 0,48$ (Área Refino) a $1,44 \pm 0,41$ (Área Produção). Esses valores sugerem uma contribuição de hidrocarbonetos de origem antropogênica na faixa do peso molecular em pauta, que podem estar relacionados com derivados de petróleo - diesel ou óleo lubrificante. No entanto, por se tratar de compostos facilmente intemperizáveis no meio ambiente marinho tropical, os resultados devem ser vistos com cautela. A distribuição irregular dos alcanos normais na Estação Controle prejudicou a determinação dos índices **IPC**, logo os resultados obtidos devem ser analisados com cuidado, evitando-se erros de interpretação.

A razão entre nC_{29} e nC_{17} tem sido usada para avaliar a predominância de compostos de hidrocarbonetos biogênicos de origem marinha ou continental. Se a razão $nC_{29}/nC_{17} > 1$ tem-se que a principal fonte de alcanos é relativa ao meio continental, caso contrário, predomina no ambiente o aporte aquático marinho, representado pelo nC_{17} (Lê Dréau et al., 1997). Em todas as estações, as razões nC_{29} / nC_{17} determinadas foram muito maiores que a unidade, variando entre $4,44 \pm 3,77$ e $18,92 \pm 13,38$ nas Áreas Portuária e Controle, respectivamente, denotando mais uma vez a predominância da contribuição da matéria orgânica continental recente, relacionada provavelmente à vegetação do manguezal, no conteúdo total dos hidrocarbonetos sedimentares. Com relação às razões que envolvem concentrações de n -alcanos, deve-se atentar para o fato de que os compostos mais leves (nC_{17} , por exemplo) são mais facilmente intemperizáveis que os hidrocarbonetos de maior peso molecular (nC_{29} , por exemplo), fato este que afeta as determinações de suas concentrações em amostras ambientais e, conseqüentemente, o cálculo das razões diagnósticas.

4. Agradecimentos

Este trabalho é um reflexo do apoio financeiro concedido pela FINEP/RECUPETRO através do convênio de no. 640002700, pela Agência Nacional de Petróleo (ANP) e pelo financiamento das análises laboratoriais pela Fundação Universidade Norte Fluminense (FENORTE).

5. Referências

- ABOUL – KASSIM, T.A.T.; SIMONEIT, B.R.T. Petroleum hydrocarbon fingerprinting and sediment transport assessed by molecular biomarker and multivariate statistical analyses in the eastern Harbour of Alexandria, Egypt. *Marine Pollution Bulletin* 30 (1) 63 – 73. 1995.
- LE DRÉAU, Y.; JACQUOT, F.; DOUMENQ, P.; GUILIANO, M.; BERTRAND, J.C.; MILLE, G. Hydrocarbon balance of a site which had been highly and chronically contaminated by petroleum wastes of a refinery (from 1956 to 1992). *Marine Pollution Bulletin*. 34 (6) 456 – 468. 1997.
- ORGE, M.D.R.; PORSCHE, I.J.; COSTA, M.C.; LIMA, J.S.; SOARES, S.E.D.; JUSTINO, R. Assessment of oil refinery waste on *Rhizophora mangle* L. seedling growth in mangrove of Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil - *Aquatic Ecosystem Health and Management*. 3, 471 – 477. 2000.
- PESO – AGUIAR, M.C., SMITH, D.H., ASSIS, R.C.F., SANTA – ISABEL, L.M., PEIXINHO, S., GOUVEIA, E.P., ALMEIDA, T.C.A., ANDRADE, W.S., CARQUEIJA, C.R.G., KELMO, F., CARROZZO, G., RODRIGUES, C.V., CARVALHO, G.C., JESUS, A.C.S. Effects of petroleum and its derivatives in benthic communities at Baía de Todos os Santos, Bahia, Brazil – *Aquatic Ecosystem Health and Management*. 3, 459-470. 2000.
- TAVARES, T.M. Contaminação química no ambiente marinho in Baía de Todos os Santos: diagnóstico sócio - ambiental e subsídios para a gestão – Germen / Universidade Federal da Bahia – NIMA – Salvador, 151 – 164. 1997.
- VEIGA, I.G. *Avaliação da origem dos hidrocarbonetos em sedimentos superficiais de manguezais da região norte da Baía de Todos os Santos, Bahia*. Dissertação de mestrado em Engenharia e Exploração de Petróleo, LENEP/UENF, Macaé. 205p. 2003.
- WOODHEAD, R.J.; LAW, R.J.; MATTHIESSEN, P. Polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments around England and Wales, and their possible biological significance. *Marine Pollution Bulletin* 38 (9) 773 – 790. 1999.