

Uma preocupação mundial

Impactos ambientais do derramamento de petróleo

Dados estatísticos revelam que para cada mil barris de petróleo produzido, um barril é despejado no meio ambiente.

O petróleo pode ser encontrado naturalmente em determinadas formações geológicas como um combustível fóssil, resultante da transformação e decomposição da matéria orgânica de plantas aquáticas e animais pré-históricos. Esses seres decompostos foram-se acumulando no período de tempo estimado de 10 a 100 milhões de anos, no fundo dos mares e dos lagos e pântanos; sendo pressionados pelos movimentos da crosta terrestre, transformando-se na substância oleosa que é o petróleo.

O óleo cru não permanece na rocha matriz em que foi assim gerado, mas desloca-se até encontrar um terreno apropriado para se concentrar, tal como as bacias sedimentares. Estas bacias são formadas por camadas ou lençóis porosos de areia, arenitos ou calcários. O petróleo se aloja, ocupando os poros rochosos, e se acumula, formando jazidas. Na parte mais alta é encontrado o gás natural; e nas partes mais baixas, petróleo e água (UNICAMP, 2001).

Maria Celeste R.

Ambrósio é graduada em Engenharia Civil pela Universidade Santa Úrsula, mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pelo PEMM/Coppe/UFRJ e doutoranda do Programa de Pós-graduação do curso de Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro.



Cheila Gonçalves Mothé

é diplomada em Engenharia Química, mestre em Ciências e Tecnologia de Polímeros, doutor em ciências na área de Análise Térmica de Polímeros (USP/University of the Air-Japão, 1992), pós-doutorado em Reologia e Análise Térmica (Cornell University, 1998 e Cleveland State University, 2003 - EUA). Recebeu o prêmio Retorta de Ouro/Químico do Ano pelo CRQ-RJ e é professora titular da Escola de Química na Universidade Federal do Rio de Janeiro.



Indústria brasileira

Em 1953, com a criação da Petrobras, foi dada a partida decisiva nas pesquisas do petróleo brasileiro e, desde então, já foi descoberto petróleo nos estados do Amazonas, Pará, Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Paraná, São Paulo e Santa Catarina. Cada década nesta empresa vem sendo marcada por fatos de grande relevância na exploração de petróleo no país.

Na década de 1950 foram as descobertas dos campos de petróleo de Tabuleiro dos Martins, em Alagoas, e Taquipe, na Bahia. Na década de 1960 foram os campos de Carmópolis, em Sergipe, e Miranga, na Bahia. Ainda em Sergipe, um marco notável dessa década foi a primeira descoberta no mar, o campo de Guaricema.

Nos anos 1970, os campos de petróleo do Recôncavo Baiano entravam na maturidade: deu-se a descoberta da província petrolífera da Bacia de Campos, no Rio de Janeiro, através do campo de Garoupa, e a descoberta de petróleo na plataforma continental do Rio Grande do Norte, no campo de Ubarana. Já na década de 1980, três fatos foram relevantes: a constatação de ocorrências de petróleo em Mossoró, no Rio Grande do Norte, sinalizando que em pouco tempo seria a segunda maior área produtora de petróleo do país; e nas águas profundas da Bacia de Campos, a descoberta dos campos gigantes de Marlim e Albacora, no Rio de Janeiro.



Foto: Banco de Imagens Stockxchng

O petróleo continuou sendo encontrado e explorado na plataforma continental e nos mais distantes rincões do subsolo nacional, chegando ao Campo do Rio Urucu, na Bacia do Alto Amazonas (UNICAMP, 2001). Na década de 1990, várias outras grandes descobertas foram contabilizadas, como os campos gigantes de Roncador e Barracuda, na Bacia de Campos.

A produção de petróleo no Brasil cresceu de 750 m³/dia nos anos 50, para mais de 182.000 m³/dia no final dos anos 90, chegando aos 91.161.879 m³/dia (573.392.031 barris) em 2006, graças aos contínuos avanços tecnológicos de perfuração e produção (ANP, 2006).

Hoje, o Brasil, com seus 1,76 milhão de barris/dia, já ocupa o 16º lugar entre os 20 maiores produtores mundiais.

Transporte complexo

Ao longo do tempo, o petróleo foi se impondo como fonte de energia e, hoje, com o advento da petroquímica, além da grande utilização de seus derivados, centenas de novos compostos são produzidos. Muitos deles, diariamente utilizados como plásticos, borrachas sintéticas, tintas, corantes, adesivos, solventes, detergentes, explosivos, produtos farmacêuticos, cosméticos e outros. Com isso, o petróleo, além de produzir combustível, passou a ser imprescindível às facilidades e comodidades da vida moderna e as

atividades de exploração, transporte e estocagem de petróleo geram enorme preocupação global devido ao impacto negativo no meio ambiente.

O petróleo e seus derivados em geral são encontrados no meio ambiente após acidentes, durante carga, descarga, transporte ou produção de derivados. Compreender o comportamento dos diferentes componentes de petróleo no solo, na água e no ar é de suma importância para avaliar seus efeitos à saúde e à biota decorrente dessa exposição.

O transporte de tais componentes envolve vários processos que abalam o meio ambiente, como a volatilização, hidrólise, fotólise, biodegradação, biotransformação, degradação física e dissolução. A relevância e a velocidade de cada um desses processos variam de acordo com a situação, tornando-se muito difícil dizer com precisão a composição dos subprodutos de degradação a partir do conhecimento da composição inicial do petróleo, bem como equacionar o potencial de toxicidade dos mesmos (ITOPF, 2002).

Dados do The International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF, 2005) mostram as diversas causas que geram esses acidentes, além da perda de óleo nas últimas quatro décadas devido aos derramamentos de óleos entre 7 a 700 toneladas e superiores a 700 toneladas, como mostram as **Figuras 1, 2, 3 e 4**.

meio ambiente

Derramamentos de óleo (1970 - 2004)

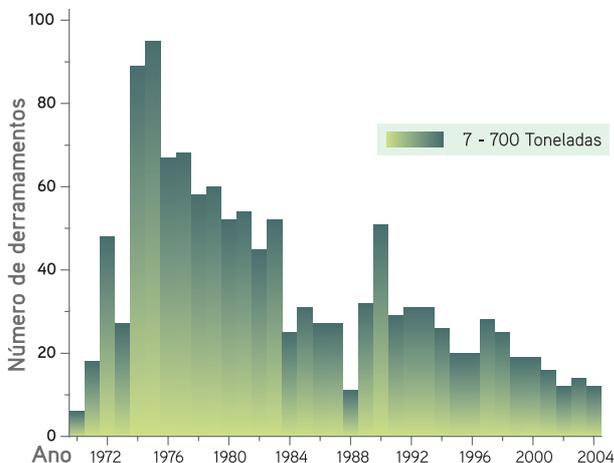


Figura 1 – Número de derramamentos de óleos de 7 a 700 toneladas ocorridos de 1970 a 2004 (Adaptado de ITOPF, 2005)

Derramamentos de óleo (1970 - 2004)

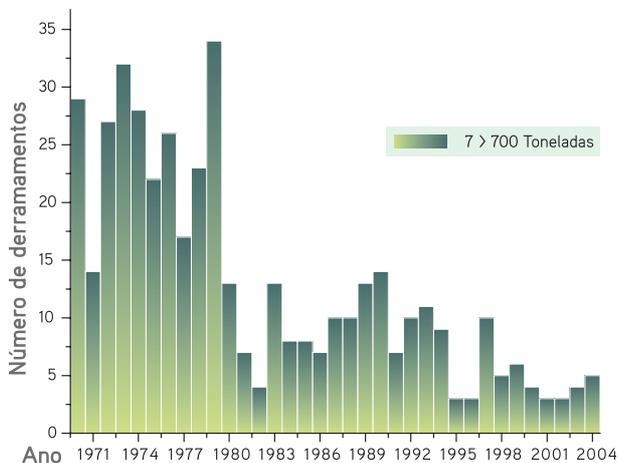


Figura 3 – Número de derramamentos de óleos superiores a 700 toneladas ocorridos de 1970 a 2004 (Adaptado de ITOPF, 2005)

**Derramamentos de óleo 7 - 700 toneladas
1974 - 2004**

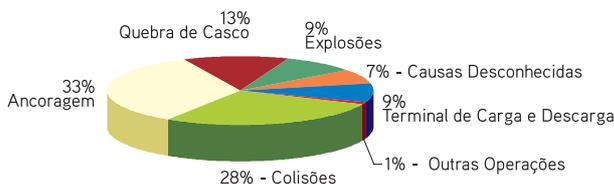


Figura 2 – Causas dos derramamentos de óleos de 7 a 700 toneladas ocorridas de 1970 a 2004, com o aumento das atividades de exploração, transporte e estocagem (Adaptado de ITOPF, 2005)

**Derramamentos de óleo > 700 toneladas
1974 - 2004**

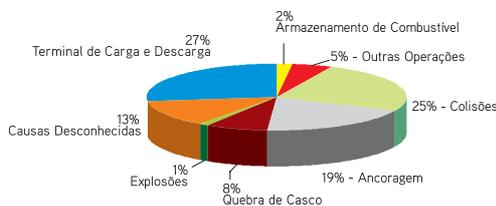


Figura 4 – Causas dos derramamentos de óleos superiores a 700 toneladas ocorridas de 1970 a 2004, com o aumento das atividades de exploração, transporte e estocagem (Adaptado de ITOPF, 2005)

Pode ser observado na **Figura 1** que os derramamentos de óleos entre 7 a 700 toneladas ocorreram com maior intensidade na década de 1970 e início da de 80. Nas duas décadas seguintes observou-se um decréscimo. As causas mais freqüentes desses acidentes foram nas ancoragens, responsáveis por 33% das ocorrências de derrame, seguidas de colisões, com 28%. Outra causa que mostrou certa relevância foi a quebra de cascos dos navios, com 13%, como ilustra a **Figura 2**.

Para os derramamentos de óleos superiores a 700 toneladas, observa-se nas **Figuras 3 e 4** que na década de 1970 ocorreram 25,2 acidentes – um número elevado. Já na década de 80, o número de acidentes foi bem menos expressivo, em torno de 9,3 derramamentos ou acidentes. Nas duas décadas seguintes, observaram-se um decréscimo no número de acidentes. Esses derramamentos tiveram como causas mais freqüentes os terminais de carga e descarga, com 27%, e as colisões, com 25%. A **Figura 5** ilustra a

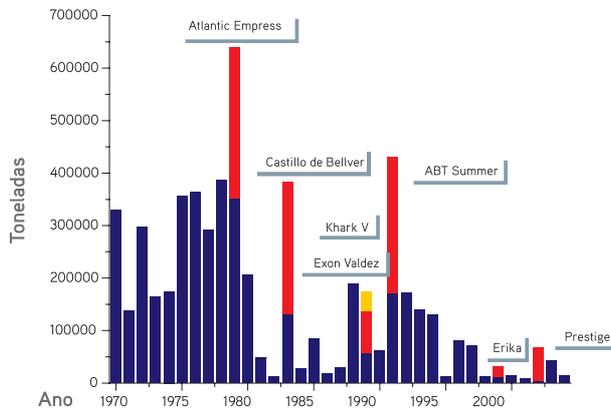


Figura 5 – Quantidades de óleos derramados, destacando sete dos 20 maiores acidentes de óleos que causaram severos danos ao meio ambiente (Adaptado de ITOPF, 2005)

quantidade de óleo derramado no período de 1970 a 2004, destacando sete dos 20 maiores derramamentos de óleos e as empresas que causaram severos danos ao meio ambiente.

uma preocupação mundial: impactos ambientais do derramamento de petróleo

Risco global

Anualmente, de uma produção mundial de bilhões de toneladas de petróleo, milhões delas contaminam o meio ambiente. Dados estatísticos indicam que para cada mil barris de petróleo produzido, um é despejado no meio ambiente. Sem contar os acidentes frequentes com volume de óleo derramado em torno de 1 m³, que acaba ampliando as estatísticas da chamada 'poluição crônica'.

Estima-se que cerca de 700 mil toneladas/ano de óleo cru e seus derivados sejam despejados em ambientes aquáticos (NAS, 2003). Segundo Pezeshki (2000), o tempo estimado de recuperação de ambientes costeiros que foram impactados por óleo cru pode variar de quatro a cem anos de acordo com o local onde ocorreu o derramamento de óleo, como mostra a **Tabela 1**.

Tabela 1 – Tempo de recuperação (estimado) para ambientes costeiros poluídos por óleo cru

Ecosistemas (anos)	Tempo de recuperação
Estuário	4
Praia	3 a 6
Costão rochoso	3
Alagados	100

Em certos trechos litorâneos, e mesmo da plataforma continental, o risco de poluição é alto devido à existência de amplas áreas de extração de petróleo, como é o caso da plataforma de Campos (RJ), responsável por parcela expressiva da produção de petróleo bruto no país. As principais refinarias e terminais petrolíferos que ficam próximos aos litorais, e ainda próximos aos manguezais, frequentemente causam graves acidentes envolvendo derrames de petróleo e derivados.

Considerando as estatísticas atuais, o número de acidentes e o volume derramado nos mares e oceanos têm diminuído ao longo do tempo (ITOPF, 2005). Por outro lado, observa-se um aumento na produção de petróleo e na demanda mundial deste produto.

Derramamento ocorrido com transporte por dutos

Com base nos dados do Cadastro de Acidentes Ambientais (Cadac) da Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (Cetesb), foram registrados derramamentos de óleos com transporte por dutos e por transporte marítimo (no período de 1980 a 2006). Dutos são tubulações em aço que interligam píeres, terminais marítimos e fluviais, campos de produção de petróleo, refinarias e companhias distribuidoras.

Acidentes ambientais - transporte por dutos (1980 - 2006)

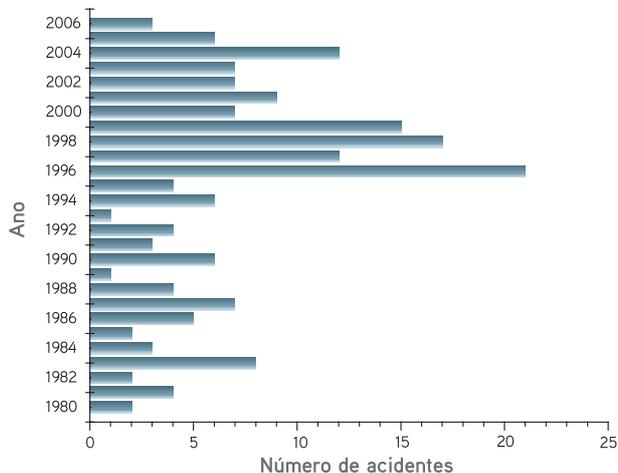


Figura 6 – Número de acidentes com dutos registrados pela Cetesb no estado de São Paulo (Adaptado de CETESB, 2006)

Essas tubulações, apesar de operadas dentro dos padrões de segurança internacional, estão sujeitas à corrosão ou danos, ocasionando vazamentos e, em função da alta pressão com que os produtos são bombeados e da periculosidade da substância transportada, causam sérios danos ambientais. Hoje a Petrobras opera 10 mil quilômetros de dutos em todo o país (TRANSPETRO, 2006).

Entre as ocorrências registradas pela Cetesb, destaca-se o rompimento do oleoduto Bertioga, na Baixada Santista, quando foram liberados 2.500 m³ de petróleo, impactando extensa área de manguezal do Canal de Bertioga e atingindo 31 praias, rios e bosques de manguezais como mostrado na **Tabela 2**. Esses acidentes trouxeram impactos negativos à vegetação da Mata Atlântica, às praias, costões rochosos, áreas de pesquisa de biologia marinha, rios e estuários, bem como à respectiva fauna associada.

A **Figura 6** ilustra o número de acidentes com dutos de 1980 a 2006. Pode-se observar que a década de 1990 registrou o maior número de acidentes, devido ao aumento na produção e exploração de petróleo, destacando o ano de 1996, com 21 acidentes (CETESB, 2006).

Derramamento ocorrido com transporte marítimo

No canal entre São Sebastião e a Ilha Bela, em São Paulo, fica o maior terminal marítimo para recebimento de petróleo do Brasil. O Terminal Marítimo Almirante Barroso (Tebar), recebe cerca de 55% de todo o petróleo que chega ao país, acolhendo cerca de 400 petroleiros por ano; recebe, armazena e trans-

meio ambiente

Acidentes ambientais - transporte marítimo (1978 - 2006)

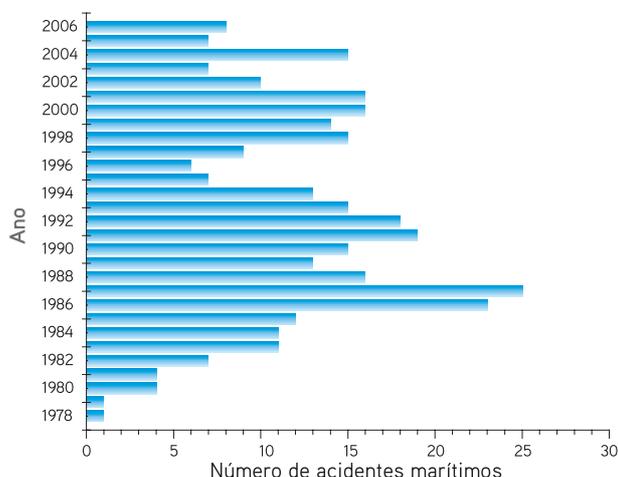


Figura 7 – Número de acidentes com transporte marítimo registrados pela Cetesb no estado de São Paulo (Adaptado de CETESB, 2006)

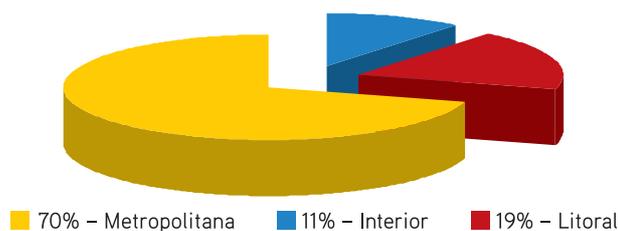


Figura 8 – Ocorrências com dutos distribuídos por região no estado de São Paulo (Adaptado de CETESB, 2006)

fere petróleo bruto para processamento nas refinarias paulistas – Refinaria de Paulínia (Replan), Refinaria Presidente Bernardes (RPBC), Refinaria de Capuava (Recap) e Refinaria Henrique Lage (Revap), além de derivados para o mercado nacional e para exportação. Com uma área de 1.800.000 m², com plataformas de atracação, malha de oleodutos com estações intermediárias de bombeamento e setor de armazenamento, com capacidade para 11 milhões de barris de petróleo e 3 milhões de barris de derivados. O cais de atracação permite a operação simultânea de quatro navios, com capacidades variando de 65.000 e 300.000 toneladas de porte bruto (ou seja, peso do navio mais carga).

Estudos realizados pela Cetesb retrataram os vazamentos de óleo ocorridos no litoral norte do estado de São Paulo, de 1974 a 2006, abrangendo número de ocorrências, tipo de produto envolvido, estimativa de volume vazado, causas e conseqüências dos eventos registrados pelo banco de dados da Cetesb e da Petrobras (gerência de São Sebastião). Por ser considerado o mais impactado pelos vaza-

mentos de óleos nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, demonstra atenção e preocupação. A Figura 7 mostra um aumento progressivo no número de acidentes até 1987, seguido de declínio de 20% em 1988 e de 35% em 1999, a partir desta data ocorreram flutuações na faixa de 13 a 19 acidentes.

Quanto à incidência de ocorrências por localidade, pode ser observado na Figura 8 que na região metropolitana do estado de São Paulo foi registrado o maior percentual, com 70% de acidentes ambientais, seguido por 19% do litoral e 11% do interior.

Casos brasileiros

No Brasil, existem relatos de pequenos vazamentos no ano de 1955, sendo que um registro de derrame de petróleo ocorreu em agosto de 1974, quando o petroleiro *Takimyia Maru* colidiu com uma rocha submersa.

Um dos principais derrames de petróleo ocorridos na baía de Guanabara (RJ) data de 1975 com o cargueiro iraquiano *Tarik Ibn Ziyad*. Cerca de seis toneladas de óleo vazaram no canal central de navegação na baía, atingindo praias nas cidades do Rio de Janeiro e Niterói, dentro e fora da baía.

Com o vazamento de óleos ocorreram incêndios nos manguezais ao redor da Baía de Guanabara, afetando várias comunidades de animais. Vários outros acidentes ocorreram ao longo da costa do Brasil nos últimos anos, afetando numerosos ecossistemas. Só na última década, ocorreram no Brasil cerca de 30 acidentes de maior gravidade com derramamento de petróleo ou derivados. Cinco desses derrames merecem destaque, não apenas pelo volume de óleo derramado, mas principalmente pelo impacto ambiental causado:

- 1994 – Rompimento de duto em São Sebastião (SP), com um volume vazado de 2,7 milhões de litros de petróleo, poluindo praias e costões de quatro municípios;
- 1997 – Rompimento de duto da refinaria Duque de Caxias (RJ), com derramamento de 2,8 milhões de litros de petróleo, atingindo 4 mil m² de mangues da Baía da Guanabara;
- 2000 – Linha de bombeamento da refinaria Duque de Caxias (RJ), estima-se que vazaram 1,3 milhão de litros de óleo combustível na Baía da Guanabara, afetando uma área de 40 km². Dos 12 derramamentos ocorridos na Baía, este foi considerado o mais grave;
- 2000 – Rompimento de uma junta de expansão no oleoduto da refinaria Getúlio Vargas (PR) fez com que 4 milhões de litros de petróleo vazassem nos rios

meio ambiente

Birigui e Iguazu, provocando o maior desastre ambiental com petróleo e derivados no Brasil;

- 2000 – Explosão do navio chileno *Vicuña* no porto de Paranaguá (PR) provocou um vazamento de cerca de 1,5 milhão de litros de óleo combustível, afetando boa parte da baía, inclusive áreas de preservação ambiental.

A capacidade de recuperação dos ambientes marinhos depende de vários fatores: a concentração e composição do óleo, a forma como chegou ao ambiente, a forma em que está (em solução, suspensão ou ligado a matéria orgânica), o tempo de exposição ao óleo, o número de níveis nutricionais afetados, a existência de organismos juvenis e adultos no local, o histórico da exposição dos organismos ao óleo, o estresse ambiental (como presença de esgoto, variações de temperatura e salinidade e outros fatores), o tipo de habitat afetado e os meios usados para a retirada do óleo (sistemas de tratamento de efluentes e de descarte e/ou operações de limpeza).

No Brasil, grande parte das refinarias de petróleo situa-se perto de saídas de rios e baías abrigadas – locais com baixa hidrodinâmica, onde são formados os mangues (berçários da vida marinha e local de alimentação para diversas espécies) e alagados. O sedimento nesses ambientes é muito fino e rico em matéria orgânica, sendo facilmente contaminado por hidrocarbonetos e outras substâncias do petróleo, muitas delas tóxicas.

Tais substâncias podem ser liberadas lentamente durante anos, o que pode desestabilizar a comunidade de organismos do fundo marinho, reduzindo o oxigênio disponível, a degradação de poluentes realizada por bactérias e retardando a própria recuperação ambiental (KREPSKY, 2006).

Cabe lembrar a importância e o papel que os manguezais possuem para todo o litoral do Brasil. São ecossistemas extremamente ricos, sobretudo em produção de material orgânico, oriundo das folhas ou de material recebido pela drenagem dos rios que desembocam nas costas dos mangues para a reciclagem desse material que, com as marés, será levado para o estuário, o que proporcionará alimento a enorme quantidade de organismos que sustentam toda a atividade pesqueira do litoral.

Essa riqueza se deve, em boa parte, à existência dos manguezais, que funcionam como adubo, fertilizando as águas do litoral. Além disso, no próprio mangue existe uma série de outros animais que a população utiliza como alimento, como é o caso dos caranguejos (MOCHEL, 2007).

Segundo Mochel (2007), o mangue funciona como um mercado público, principalmente para pessoas de baixa renda, que não usam sequer linha ou anzol para obter esses alimentos, em nosso país, além de proteger a linha costeira contra a erosão provocada pelas fortes correntes marinhas. ■

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. http://www.anp.gov.br/doc/dados_estatisticos Acesso em dezembro de 2006.
- KREPSKY, N. et al. Biologia Marinha. *Ciência Hoje*, v.38, n.223, 2006.
- The International Tanker Owners Pollution Federation Limited. Technical Information Paper. *Fate of Marine Oil Spills*, n.2 p.1-8, 2002.
- The International Tanker Owners Pollution Federation Limited – ITOPOF Past Spill Statistics 2005.
- MOCHEL, F. Uma ciência para o mangue. *Com Ciência Ambiental*, n.7, p.50-63, 2007.
- BARBOSA et al. Toxicologia do petróleo. In: *A saúde na gestão ambiental* – Petrobras, julho de 2003.
- NAS – NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Oil in the sea: Inputs, fates and effects. Washington National Academy Press, 2003.
- PETROBRAS TRANSPORTE S.A. <http://www.transpetro.com.br>. Acesso em dezembro de 2006.
- PEZESHKI, S. R.; HESTER, M. W.; NYMAN, J. A. The effects of oil spill on US Gulf coast: a review. *Environmental Pollution*, v. 108, p. 120 – 139, 2000.
- UNICAMP. Universidade Estadual de Campinas. Departamento de Engenharia de Petróleo. *O petróleo*. Campinas 2001.