

Avaliação dos Impactos Ambientais nas Atividades de Exploração e Produção de Petróleo *Offshore*

LUCAS RAFAEL SILVA DA SILVEIRA¹; LARISSA PINHEIRO COSTA²

¹Universidade Federal de Pelotas – lucasrss@icloud.com

²Universidade Federal de Pelotas – larissap.costa@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O petróleo é, atualmente, uma das principais fontes de obtenção de energia para a sociedade. No Brasil, cerca de 87,1% da produção de petróleo é explorada de campos marítimos (ANP, 2013), aumentando consequentemente o risco de acidentes e derramamentos *offshore*. Quando presente no ambiente marinho o petróleo é considerado como um contaminante perigoso e seu transporte e manuseio oferecem riscos ao meio ambiente e à segurança humana.

Logo após um derrame, processos intempéricos começam a alterar as propriedades do óleo. O conhecimento destas alterações é importante na determinação da idade de um derrame, da extensão de seu impacto e da escolha do método de limpeza. O monitoramento das alterações intempéricas que provocam modificação na composição do óleo é realizado através de análises cromatográficas, utilizando os biomarcadores como indicadores de degradação do óleo, bem como, na identificação das fontes poluentes (pirolíticas, petrogênicas ou diagenéticas). A compreensão do comportamento dos diferentes componentes do petróleo no solo, água e ar é muito importante para a avaliação dos efeitos à saúde e à biota decorrente dessa exposição, constituindo hoje um grande desafio para os ecotoxicologistas (Pedrozo *et al.*, 2002).

Estes processos variam ainda de acordo com as condições intrínsecas de cada ambiente, tornando-se muito difícil prever acuradamente a dissociação do petróleo e a composição dos subprodutos de degradação, bem como inferir o potencial de toxicidade dos mesmos (Pedrozo *et al.*, 2002). Ressalva-se a inexistência de modelos de qualidade adaptados às condições climáticas tropicais brasileiras, que atualmente utilizam padrões adotados por agências regulamentadoras internacionais (Environmental Canada, NOAA, EPA entre outras).

Mesmo que existam hoje medidas que visam a proteção ambiental, os parâmetros para detecção e quantificação dos danos gerados ainda são imprecisos. A maior parte da legislação atual visa à adoção das “boas práticas” sem definir exatamente os limites quantitativos de toxicidade dos compostos orgânicos presentes no petróleo. É dentro deste cenário que propomos uma análise sucinta das diretrizes da política brasileira para exploração e produção de petróleo.

2. METODOLOGIA

Ao receber uma amostra de testemunho, ou ainda de sedimento, é necessário extrair a fração orgânica solúvel presente para que assim sejam realizados os procedimentos químicos necessários para sua análise e interpretação. Primeiramente a amostra deve ser tritura e pulverizada, permitindo o acesso do solvente. O solvente utilizado geralmente é o diclorometano, que entra em contato com a rocha/amostra saturada de óleo

promovendo sua extração (Azevedo da Silva, 2007). Após preparação da amostra segue-se com o método de cromatografia, que é um processo físico-químico de separação dos componentes de uma mistura, realizada através da distribuição destes componentes entre duas fases, onde uma permanece estacionada enquanto a outra se move através dela (Santestevan, 2008). As técnicas cromatográficas mais empregadas nas análises de petróleo e derivados são aquelas em fase líquida e gasosa (Collins *et al.*, 2006).

A cromatografia líquida é empregada na separação das principais frações de compostos do petróleo: fração de hidrocarbonetos saturados, fração de hidrocarbonetos aromáticos e fração de hidrocarbonetos polares. As frações do petróleo separadas por cromatografia líquida, podem ser analisadas por métodos gravimétricos, por espectroscopia do infra-vermelho, espectroscopia de fluorescência e do ultra-violeta. Entretanto, os métodos mais utilizados são a cromatografia em fase gasosa e a cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massa (Triguís & Souza, 2009).

Na técnica de cromatografia gasosa, a fase móvel empregada é um gás e sua grande aplicação é na análise de compostos voláteis ou que possam ser volatilizados sem ter suas estruturas alteradas pelo aquecimento (Santestevan, 2008). Dentre as feições observadas em um cromatograma de óleo nota-se a elevação da linha de base do cromatograma (Hump), zona conhecida como UCM (*Unresolved Complex Mixture*). Estas misturas complexas estão relacionadas à biodegradação da matéria orgânica, os hidrocarbonetos quando biodegradados apresentam estruturas complexas que não são resolvidas pela cromatografia gasosa. Para alguns compostos, em especial os mono e poliaromáticos, a técnica mais apropriada de análise é a cromatografia gasosa de alta resolução acoplada à espectrometria de massa (CG/EM). Esta técnica combina separação química com elevada resolução espectral (Peters & Moldowan, 1993).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evolução das técnicas e metodologias de análise de hidrocarbonetos em amostras de petróleo permitiu o emprego de fingerprints. Em outras palavras, a partir da introdução da cromatografia gasosa tornou-se possível a identificação de n-alcenos e isoprenóides que fornecem uma “impressão digital” geoquímica da amostra (Collins *et al.*, 1990). Segundo Triguís & Souza, (2009) a aplicação da geoquímica de superfície permite estabelecer indubitavelmente a fonte poluidora, o tipo de produto contaminante e misturas eventuais, avaliar relativamente à época da ocorrência, e, em casos de coparticipação, estimar o percentual relativo de cada poluidor. Esses subsídios são de grande importância para os órgãos ambientais na condução de sua política fiscalizadora e para a eficiência do desenvolvimento dos projetos de remediação ambiental.

Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) são formados durante a queima incompleta do carvão, óleo, gás, madeira e outras substâncias orgânicas (Cioccarri, 2004). Dentre os inúmeros compostos de HPAs 16 deles são indicados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) como sendo poluentes prioritários, uma vez que estes apresentam grande importância ambiental, devido a sua elevada toxicidade aos organismos, incluindo efeitos adversos à saúde humana, pois alguns compostos são carcinogênicos e mutagênicos. Os HPAs tendem a ter uma forte ligação com o material particulado, acumulando-se junto aos sedimentos dos sistemas aquáticos. Quanto a este acúmulo, não existe ainda nenhuma legislação brasileira que estabeleça a concentração mínima destes compostos no ambiente.

Os procedimentos adotados para determinar a origem de óleos derramados, tem sido de fundamental importância para o controle e combate das possíveis fontes poluidoras, sejam vazamentos de óleo causados por navios petroleiros, equipamentos de produção *offshore* e *onshore*, ou oleodutos. Diversas pesquisas no mundo visam à criação de parâmetros de referencia para os estudos de avaliação do comprometimento ambiental dos ecossistemas marinhos (Colombo *et al.*, 1989; Volkman *et al.*, 1980; Readman *et al.*, 2002). Ainda assim, nenhum esforço do ponto de vista técnico e legal veem sendo desenvolvidos no Brasil, utilizando como base os parâmetros fisico-químicos, geológicos e ambientais da nossa matriz energética.

Ademais, é importante destacar que os níveis de referencia adotados no Brasil seguem critérios internacionais para águas frias em zonas de clima temperado e subtropical. Nas águas tropicais e quentes do litoral brasileiro os processos de intemperismo atuam de forma diferente e, sendo assim, sugere-se que os órgãos ambientais brasileiros promovessem estudos nacionais para tal quantificação.

Por fim, há de se considerar que estes compostos apresentam alta afinidade com a fase orgânica dos sedimentos e por sua vez, o COT (carbono orgânico total) tem uma distribuição variável nas diferentes frações granulométricas (Cordeiro, 2003). Este comportamento dos contaminantes orgânicos pode induzir a interpretações e classificações errôneas do material sedimentar, quanto à sua toxicidade em comparações relativas (Baisch, 1997). Para Cordeiro (2003), alguns critérios devem ser baseados em normalização por carbono. Existe uma discussão no sentido de padronizar critérios de avaliações ambientais de sedimentos levando-se em conta o conteúdo orgânico do material, uma vez que estas estão relacionadas efetivamente com a toxicidade e biodisponibilidade dos contaminantes.

No Brasil, o licenciamento ambiental é a única ferramenta legal que garante a qualidade e preservação do meio ambiente. As atividades marítimas de exploração e produção é de responsabilidade do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, sendo realizado através da Coordenação Geral de Petróleo e Gás – CGPEG. Juntamente com o IBAMA, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece as diretrizes dos procedimentos de licenciamento ambiental através de suas resoluções.

4. CONCLUSÕES

Fica evidente assim a existência de brechas na legislação brasileira, já que a não padronização dos valores pode mascarar resultados. Reforçando a necessidade de a legislação atentar para este importante aspecto que infere grande variação nos dados e buscar padronizar os critérios de quantificação (Seifert Jr., 2013). Ademais, é preciso uma pesquisa ampla que utilize dados brasileiros de referência, já que o clima influencia nos processos de biodegradação e aporte de matéria orgânica. A utilização apenas do Termo de Referência fornecido pelo IBAMA, e com base em dados de águas internacionais, abre a oportunidade de falhas no monitoramento/licenciamento ambiental nas atividades de exploração e produção de petróleo.

Sendo assim, constata-se a necessidade de maiores investimentos em pesquisa e padronização dos valores de referência para qualidade da água e sedimento, em locais de atividades de E&P de petróleo. Por fim, é preciso que as autoridades competentes atentem para as falhas existentes na legislação

brasileira e não permitam que o desenvolvimento cause danos imensuráveis ao ecossistema.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural**. Superintendência de Desenvolvimento e Produção – SDP. p. 26, 2013.

AZEVEDO DA SILVA, C.G. **Caracterização Geoquímica Orgânica das Rochas Geradoras de Petróleo das Formações Irati e Ponta Grossa da Bacia do Paraná**. Dissertação (Mestre em Química) – UFRGS - Instituto de Química, Porto Alegre, 2007.

BAISCH, P. Geoquímica dos Sedimentos do Estuário da Laguna dos Patos – Elementos metálicos e matéria orgânica. **Relatório Técnico Final**. Setor de Geoquímica. EIA/RIMA DEPRC. p. 57, 1997.

CIOCCARI, G.M. **Petrologia e Geoquímica Orgânica em área de perfuração exploratória na bacia de campos – bloco BC9**. Dissertação (Mestrado), UFRGS – Instituto de Geociências, Porto Alegre, p. 127, 2004.

COLLINS, C.H.; BRAGA, G.L.; BONATO, P.S. **Fundamentos de Cromatografia**. Campinas, Editora UNICAMP, 2006.

COLOMBO, J.C.; PELLETIER, E.; BROCHU, C.; KHALIL, M.; CATOGGIO, J.A. **Determination of hydrocarbon source using n–alcanes and polyaromatic hydrocarbon distribution indexes. Case study: Rio de la Plata Estuary, Argentina** – Environmental Science and technology, 23, 888 – 894. 1989.

CORDEIRO, L.H. **Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos dos Sedimentos do Estuário da Laguna dos Patos – RS**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - FURG, Rio Grande, 2003.

PEDROZO, M. F. M. *et al.* **Ecotoxicologia e avaliação do risco do petróleo**. Série Cadernos de referência ambiental. Salvador, v.12, p. 230, 2002.

PETERS, K.E.; MOLDOWAN, J.M. **The Biomarkers Guide: Interpreting Molecular Fossil in Petroleum and Ancient Sediments**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. p.363, 1993.

READMAN, J.W.; FILLMANN, G.; TOLOSA, I.; BARTOCCI, J.; VILLENEUVE, J.P.; CATINNI, C.; LEE, L.D. **Petroleum and PAH contamination of the Black Sea – Marine Pollution Bulletin**, 44 (1) 48 – 62. 2002.

SANTESTEVAN, V.A. **Caracterização de frações de petróleo brasileiro por cromatografia gasosa**. UFRGS – Instituto de Química, Porto Alegre, p. 34, 2008.

SEIFERT JR. C.A. **A governança ambiental da prevenção e controle de incidentes com óleo nas atividades marítimas de petróleo no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento Costeiro) – Fundação Universidade Federal de Rio Grande. p. 276, 2013.

TRIGUIS, J.A.; SOUZA, E.S. **Aplicação da Geoquímica na Indústria do Petróleo e no Meio Ambiente Impactado**. Apostila fornecida pela UFPE, 2009.

VOLKMAN, J.K.; R.B. JOHNS, F.T.; GILIAN, PERRY, G.Y. **Microbial lipids of an intertidal sediment – I. Fatty acids and hydrocarbons**. Geochim. Cosmochim. Ac., 44:1133 – 1143, 1980.