

IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS PROVENIENTES DA INDÚSTRIA PETROLÍFERA

Fávilla Vivianne da Silva Pinto¹; João Pedro Souza Andrade²; Divanira Ferreira Maia³; Iliana de Oliveira Guimarães⁴.

¹Discente do Curso Técnico Integrado em Petróleo e Gás – IFPB, Campus Campina Grande - favillavsp@hotmail.com

²Discente do Curso Técnico Integrado em Petróleo e Gás – IFPB, Campus Campina Grande – jpsa.s.andrade@hotmail.com

³Docente do Curso Técnico Integrado em Petróleo e Gás – IFPB, Campus Campina Grande - divanira.maia@ifpb.edu.br

⁴Docente do Curso Técnico Integrado em Petróleo e Gás – IFPB, Campus Campina Grande - iliana.guimaraes@ifpb.edu.br

RESUMO

Muitos materiais associados às atividades de perfuração e produção de petróleo podem causar impactos ambientais, principalmente pela geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Os fragmentos provenientes da operação de perfuração, também conhecidos por cascalhos, que são trazidos à superfície por meio do fluido de perfuração, são responsáveis por efeitos prejudiciais ao ambiente devido ao grande volume que são produzidos. Sendo assim, o objetivo deste artigo é estudar possíveis implicações que a indústria de petróleo pode causar pela geração desses detritos. Estes resíduos passam por tratamentos para serem descartados de maneira apropriada, sendo regulamentados por normas específicas. Ao serem descartados *offshore*, os cascalhos se depositam sobre os sedimentos do assoalho marinho, acarretando alteração física no habitat submarino atingido pela descarga. E se forem descartados *onshore*, implicam em outros problemas, como, por exemplo, a contaminação de aquíferos. Alguns parâmetros são avaliados para medir os potenciais impactos ambientais de uma substância, como: toxicidade, biodegradação e bioacumulação.

PALAVRAS-CHAVE: impactos; cascalhos; descarte.

1. INTRODUÇÃO

A perfuração de poços de petróleo e gás é um processo no qual um furo é feito no subsolo pressionando-se uma broca contra a formação rochosa para permitir que os

hidrocarbonetos que lá se encontram escoem para a superfície. Um sistema de perfuração é usado para controlar a broca, para retirar os fragmentos de rocha do poço através do fluido de perfuração e para remover estes detritos do

fluido para que o mesmo possa ser utilizado novamente [CARVALHO, 2005].

As atividades de exploração e produção de petróleo, entretanto, podem poluir o ambiente, e o maior impacto vem do descarte de resíduos em concentrações que não são normalmente encontradas na natureza. Estes resíduos incluem hidrocarbonetos, sólidos contaminados com hidrocarbonetos, água produzida com uma variedade de compostos dissolvidos e suspensos, e uma grande quantidade de produtos químicos [CARVALHO, 2005].

Assim, durante a perfuração de poços de petróleo e gás natural são gerados resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Os detritos sólidos, fragmentos de rocha que foram destruídas pela broca durante a perfuração, também denominados cascalhos, são carregados para a superfície através do fluido de perfuração, tornando-se um material bastante poluente, pois ele tem incorporado além do fluido de perfuração (que possui vários aditivos químicos nocivos ao ambiente), alguns metais pesados, como chumbo [DANTAS, 2014].

À vista disso, o objetivo desta revisão é descrever concisamente alguns dos impactos que a indústria de petróleo pode causar ao ambiente, como por exemplo, a geração de resíduos sólidos. Esta discussão é importante

devido nossa conjuntura atual, de desenvolvimento sustentável e preservação da natureza, possibilitando maiores esclarecimentos acerca do tema.

2. METODOLOGIA

O presente artigo de revisão, de uma forma geral, visa discorrer sobre os impactos ambientais gerados pela indústria de petróleo e se tornou possível pela consulta de materiais já elaborados, como livros, revistas, artigos científicos de periódicos e congressos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Fluidos de perfuração

O fluido de perfuração é definido pelo Instituto Americano de Petróleo [API, 1991] como sendo “qualquer fluido circulante capaz de tornar a operação de perfuração viável”.

Dependendo do estado físico de seus componentes, esta mistura de sólidos, líquidos, aditivos químicos e/ou gases, pode se comportar como uma suspensão, emulsão ou dispersão coloidal. Ele é expelido pela broca através de pequenos orifícios durante a perfuração de um poço de petróleo. Ao avançar triturando as formações geológicas, a broca gera o cascalho que é transportado até a superfície pelo fluido de perfuração. Este

transporte é feito através do espaço anular formado entre a coluna de perfuração e as paredes do poço [VEIGA, 1998 apud SCHAFFEL, 2002].

Segundo Thomas et al. [2004], o fluido, ou lama, de perfuração tem várias funções, dentre elas: lubrificar e resfriar a broca; limpar o poço e transportar o cascalho à superfície; proteger e suportar as paredes do poço; prevenir a entrada de fluidos da formação para dentro do poço; trazer à superfície informações a respeito das formações perfuradas.

Para que estas funções sejam obtidas e a operação de perfuração otimizada, algumas propriedades físicas e químicas precisam ser ajustadas, dentre as quais se destacam a densidade, os parâmetros reológicos, as forças geís, os parâmetros de filtração, o teor de sólidos, o pH, a alcalinidade, o teor de cloretos (salinidade) e o teor de sólidos ativos, como destaca Thomas et al. [2004].

Conforme Caenn et al. [2014], a classificação de um fluido de perfuração é feita em função de sua composição, sendo os dispersantes (ou constituintes da fase contínua) o principal critério de separação:

- Fluidos à base de água: a fase líquida contínua é constituída por água, podendo

ser doce, do mar ou salmoura, juntamente com aditivos (como argila e barita);

- Fluidos à base de óleo: a fase contínua é constituída por uma fase de óleo, geralmente composta por hidrocarbonetos líquidos;
- Fluidos à base de gás: os detritos gerados na perfuração são deslocados por um fluxo de ar ou gás natural em alta velocidade; e
- Fluidos à base sintética: seu dispersante é constituído de substâncias oleosas, embasados a partir de éteres, ésteres, olefinas e polialfaolefinas [MOREIRA, 2011].

No decorrer da perfuração de um poço pode ocorrer a dispersão de fluidos de perfuração no meio marítimo através de eventos acidentais (vazamentos ou erupções) ou operacionais, como o descarte de cascalho (que contém o fluido agregado) no mar, durante as trocas de fluido ao final de cada fase de perfuração ou ao final das atividades, quando não há reaproveitamento de fluido [SCHAFFEL, 2002].

3.2 Cascalho

Não existe perfuração sem a produção de cascalhos. A maior parte dos resíduos produzidos nas operações de perfuração é referente aos detritos que a broca produz ao abrir caminho pelas formações, cujo volume gerado varia de acordo com a profundidade



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

do poço, seu diâmetro, características geológicas das formações perfuradas e tipo de fluido utilizado [SCHAFFEL, 2002; SOUSA, 2013].

Souza e Lima [2002] explicam que os fragmentos das rochas cortados pela broca são carregados pelo fluido de perfuração até as peneiras vibratórias na superfície, onde são separados e descartados em um dique. Porém, não há uma remoção total do fluido que fica impregnado nos cascalhos e este, por sua vez, pode conter outros contaminantes, como: metais pesados; alta salinidade (os sais são adicionados com o objetivo de minimizar o inchamento das formações reativas perfuradas); óleos e graxas; elementos que causam Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); compostos que provocam Demanda Química de Oxigênio (DQO); e substâncias que geram alcalinidade.

O tipo do fluido de perfuração utilizado para a perfuração marítima influencia diretamente no comportamento do cascalho após seu descarte no ambiente marinho, pois ao ser rejeitado, o cascalho proveniente de uma perfuração realizada com fluidos à base de água se dispersa pela coluna d'água e vai sendo "lavado" em seu percurso de descida até assentar no fundo do mar [PAMPHILI, 2001].

Segundo Caenn [2014], quando se usa na perfuração fluidos à base de óleo, existem regulamentações especificando o manuseio e descarte correto dos detritos e do excesso de fluido, por poder ter comportamento tóxico, formando pilhas no fundo do mar.

Nessa perspectiva, Schaffel [2002] aponta que os fluidos de base sintética não se dispersam na coluna d'água, permanecendo pouco tempo nesta região e afundando rapidamente para o assoalho marinho. Os seres que vivem no fundo do oceano são os que mais sofrem com esse descarte, pois estão suscetíveis à toxicidade e asfixia provenientes da decomposição do fluido agregado ao cascalho, bioacumulação de componentes do fluido em organismos bentônicos, além de impactos inerentes à chegada do cascalho, como alterações no habitat (como modificações no tamanho e composição dos sedimentos marinhos) e sufocamento pela cobertura de cascalho.

A diluição do material descartado no mar pode variar de acordo com a taxa de descarte e/ou as condições do meio físico (não só no momento do descarte, mas também após a deposição da pilha no fundo do mar), as alterações litológicas e o tamanho dos grãos de cascalho, além de reações químicas de material na região e perturbações operacionais diversas [OLIVEIRA, 2001].

[www.conepetro.com](http://www.conepetro.com.br)
.br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br



3.2.1. Descarte de cascalho

Paula [2014] observa que a indústria petrolífera representa um grave risco de poluição ao ambiente, como o impacto relacionado ao grande volume de cascalhos que são carregados à superfície pela lama de perfuração por ocasião da perfuração de poços. Além disso, a atividade de exploração e produção de petróleo apresenta outros riscos inerentes, como o derramamento de petróleo, a poluição do solo, do ar e de lençóis freáticos situados próximos à superfície.

Os fragmentos cobertos por óleo e, frequentemente, por fluidos tóxicos são a maior fonte de poluição das operações de perfuração. Por outro lado, a acomodação dos cascalhos próximos ao leito marinho, ao invés de seu lançamento na superfície da água, pode limitar a disseminação dos poluentes, e, conseqüentemente, reduzir a magnitude de seu impacto potencial sobre o ambiente [MARIANO, 2007].

Os cascalhos contaminados por fluidos de perfuração só podem ser descartados quando possuírem, no máximo, teores de 6,9% para n-parafinas e fluidos à base de óleo mineral e de 9,6% para olefinas, parafinas sintéticas, ésteres, éteres e acetais. Além disso, seu descarte é proibido para águas interiores e em extensões com profundidades

inferiores a sessenta metros [MOREIRA, 2011].

3.2.1.1. Descarte de cascalho *Offshore*

Os cascalhos gerados pela perfuração de poços *offshore* são descartados no mar, levando sempre alguma parcela de fluido agregado. Estes fragmentos se depositam sobre os sedimentos do assoalho marinho que constituem substrato das comunidades bentônicas, provocando alteração física no habitat submarino atingido pela pluma de descarte. Sua presença pode provocar impactos mecânicos (soterramento e morte por asfixia) e/ou químicos (intoxicação por contaminação com componentes dos fluidos de perfuração) sobre os bentos locais. Podem também vir a existir efeitos crônicos dos componentes do fluido de perfuração sobre estas comunidades, que só poderão ser identificados através de monitoramento da região (CARVALHO, 2005). Entretanto, esta técnica de descarga, apesar de possuir desvantagens, apresenta também vantagens como é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Vantagens e desvantagens da descarga *offshore*, relacionado à questão ambiental.

Vantagens	Desvantagens
-----------	--------------

Nenhuma emissão atmosférica incremental;	Potencial para impactos localizados de curto prazo sobre o ecossistema marinho;
Nenhum problema ambiental nos locais <i>onshore</i> ;	Potencial de responsabilidade futura <i>offshore</i> ;
Baixo consumo de energia.	Necessidade de gerenciamento dos constituintes do fluido.

Fonte: Adaptado de *Drilling and health risk management* [2009].

3.2.1.2. Descarte de cascalho *Onshore*

Em algumas situações os detritos gerados não têm um tratamento adequado no local, sendo impossível sua descarga no ambiente marinho. Tendo em vista essa questão, estes terão que ser transportados para a costa para poderem ser adequadamente eliminados [MORERA, 2011]. Na Tabela 2 são citados alguns dos prejuízos que o despejo de cascalhos *onshore* pode causar e algumas das suas vantagens.

Tabela 2. Vantagens e Desvantagens do descarte *onshore*, relacionado à questão ambiental.

Vantagens	Desvantagens
Nenhum impacto sobre a comunidade	Maior risco de vazamento durante a

bêntica;	transferência (transporte para a costa e descarga);
Evita impacto sobre áreas ambientalmente sensíveis em alto mar.	Potencial de contaminação de lençóis freáticos;
	Emissões atmosféricas associadas à transferência dos resíduos para outra base em terra.

Fonte: Adaptado de *Drilling and health risk management* [2009].

3.3. Toxicidade

Conforme a norma ABNT NBR 10004/2004, a toxicidade é definida como: “Propriedade potencial que o agente tóxico possui de provocar, em maior ou menor grau, um efeito adverso em consequência de sua interação com o organismo”. Segundo Moreira [2011], a análise de toxicidade é uma forma usada para medir os potenciais impactos ambientais de uma substância. Os danos causados pelos hidrocarbonetos ao bioma aquático variam de acordo com a toxicidade destes. Comparados aos hidrocarbonetos parafínicos, os aromáticos têm uma toxicidade muito maior e os valores de concentração letal destes se encontram na ordem de 10 ppm (partes por milhão).

3.4. Biodegradação

Biodegradação é uma importante característica dos fluidos de perfuração para assegurar que estes não irão persistir no ambiente por longos períodos de tempo [CARVALHO, 2005]. Ela ocorre mais rapidamente sob condições aeróbicas (presença de oxigênio) do que sob condições anaeróbicas (ausência de oxigênio). As taxas de biodegradação dependem das condições existentes no fundo do mar (temperatura e disponibilidade de oxigênio nos sedimentos), das concentrações e dos tipos de fluidos utilizados [CAENN et al, 2014].

Os ésteres, em comparação com outros fluidos de base sintética, biodegradam mais rapidamente, segundo resultados de testes aplicados para fluidos sintéticos. Vale salientar ainda, que à medida que os compostos orgânicos presentes no sedimento biodegradam, o agregado de fluido não-aquoso se dissolve mais facilmente em água e os sólidos particulados finos são liberados [CAENN et al., 2014; CARVALHO, 2004].

3.5. Bioacumulação

A bioacumulação é um processo de acúmulo de uma substância em elevadas quantidades e/ou concentrações por organismos, através da presença de elementos químicos no ambiente aquático, ou pela

ingestão [OLIVEIRA, 2001; MOREIRA, 2011].

3.6. Gerenciamento

O Artigo 1º da Lei nº 12.305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), “dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e os instrumentos econômicos aplicáveis”.

Conforme o Artigo 3º da Lei nº 12.305/2010, o gerenciamento de resíduos sólidos é definido como sendo:

O conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e dos rejeitos, de acordo com o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com o plano de gerenciamento dos mesmos, exigido na forma desta Lei.

No Brasil, a PNRS, regulamentada por meio do Decreto nº 7.404/2010, dispõe suas diretrizes voltadas para a proteção ambiental, referente à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, contribuindo para a redução dos danos da

disposição final inapropriada destes resíduos no país.

O eficiente gerenciamento dos resíduos pode reduzir ainda os custos operacionais e potenciais responsabilidades futuras. A obtenção de informações geológicas, hidrológicas, climáticas e do ecossistema local, são estudos necessários para que o sistema de gerenciamento de resíduos possa ser empregado. O potencial de sensibilidade ecológica do local onde as operações de perfuração estiverem ocorrendo é a chave para o sistema de gerenciamento de resíduos a ser adotado [DANTAS, 2014].

O problema do gerenciamento dos resíduos originados por sondas de perfuração *offshore* consiste em definir a melhor destinação final para cada tipo de resíduo, de modo a minimizar os custos de transporte e destinação final [SOUZA et al, 2011].

Na indústria, a gestão de detritos é cada vez mais acentuada, devido a políticas ambientais, regulamentadas por órgãos governamentais que autorizam e fiscalizam as operações, podendo acarretar em custos inesperados de diversas formas para as operações industriais, através de multas, interrupção das operações ou cassações de licenciamentos ambientais [SOUSA e MENDES, 2013].

Além das políticas e planos supracitados, existe um Programa de Gerenciamento de Resíduos – PGR, que trata preliminarmente todos os resíduos gerados nas sondas, observando a destinação ou necessidade dos receptores e buscando a minimização da geração de resíduos. Como forma de reaproveitamento, alguns desses passam por incineração e suas cinzas são enviadas para cimenteiras, para a produção de cimento [SOUSA e MENDES, 2013].

4. CONCLUSÕES

A preocupação com o ambiente, com a necessidade de preservá-lo e de minimizar os impactos causados pelo homem sobre ele, é algo discutido em todo o mundo. Durante a perfuração de poços de petróleo são gerados resíduos gasosos, líquidos e sólidos, sendo estes últimos trazidos à superfície por meio do fluido de perfuração. Estes fragmentos podem ser descartados de maneira *onshore* ou *offshore*, provocando em ambas as formas, prejuízos ao bioma, por ter incorporados aos mesmos óleo e aditivos químicos danosos ao ambiente.

Desta forma, as indústrias petrolíferas vêm desenvolvendo técnicas ambientalmente adequadas para explorar o petróleo e o gás natural, a fim de minimizar possíveis impactos ambientais. Estas empresas, tendo

normas e regulamentações a cumprir, precisam ser fiscalizadas e punidas em caso de gestão inadequada, tendo em vista que os prejuízos causados por negligência podem ocasionar efeitos negativos nos seres vivos e ecossistemas de maneira irremediável.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Livros:

THOMAS, J. E. *Fundamentos de Engenharia de Petróleo*. Interciência, 2004.

CAENN, R.; DARLEY, H.C.H; GRAY, G. *Fluidos de Perfuração e Completação: Composição e Propriedades*. Tradução Jorge de Almeida Rodrigues. 1.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

Artigos de periódicos:

IPIECA Health Committee by the Drilling Fluids Task Force. *Drilling fluids and health risk management: a guide for drilling personnel, managers and health professional in the oil and gas industry*. International Association of Oil and Gas Producers, Report number 396, 2009.

OLIVEIRA, J. *Cascalhos e Fluidos de Perfuração – Impactos ambientais e Medidas Mitigadoras*. 1º Seminário sobre Proteção Ambiental na Exploração e

Produção de Petróleo. Rio de Janeiro, Brasil, 2001.

PAMPILI, C. *Disposição de Cascalhos e Fluidos*. 1º Seminário sobre Proteção Ambiental na Exploração e Produção de Petróleo. Rio de Janeiro, Brasil, 2001.

SOUSA, C. A. de; MENDES, F. S. *Coprocessamento em fornos de clínquer: uma alternativa sustentável para destinação do resíduo cascalho de perfuração de poços de petróleo em Mossoró-RN*. Revista Eletrônica de Petróleo e Gás - rUnPetro, Rio Grande do Norte, abr.2013. Universidade Potiguar – Laureate International Universities, Natal.

SOUZA, C. O. de; BAHIENSE, L.; FERREIRA FILHO, V. J. M.; CARVALHO, P. R. dos S. *Gerenciamento de resíduos de sondas de perfuração offshore: uma abordagem via programação interna*. Revista Eletrônica Pesquisa Operacional Para o Desenvolvimento. Rio de Janeiro, v.3, n.1, p. 69-89. COPPE/UFRJ, 2011.

Teses/ Dissertações/ Monografias:

CARVALHO, A., L. *Estudo dos fluidos de perfuração e seus impactos relacionados às atividades da indústria de petróleo*. 74p. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Itajubá, 2005.

DANTAS, R. P. P. *Estudo da incorporação de resíduos de perfuração para aplicação em cimentação de poços de petróleo*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Instituto de Química. Natal, RN, 2014.

MARIANO, J. B. *Proposta de Metodologia de Avaliação Integrada de Riscos e Impactos Ambientais para Estudo de Avaliação Ambiental Estratégica do Setor de Petróleo e Gás Natural em áreas Offshore*. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) - Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

MOREIRA, C. B. *Um Estudo relacionado à utilização de fluidos de perfuração em áreas Offshore*. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Engenharia Química e Petróleo, Universidade Federal Fluminense, 2011.

PAULA, G. de A. *Avaliação do Resíduo de Cascalho de Perfuração de Poços de Petróleo da Bacia Potiguar e Alternativa para sua Destinação de Reaproveitamento*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Petróleo e Gás Natural) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Petróleo e Gás. Escola de Engenharias e Ciências Exatas, Universidade Potiguar. Natal-RN, 2014.

SCHAFFEL, S. B. *A Questão ambiental na etapa de perfuração de poços marítimos de óleo e gás no Brasil*. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro/RJ, 2002.

SOUZA, P. J. B. de; LIMA, V. L. de. *Avaliação das técnicas de disposição de rejeitos da perfuração terrestre de poços de petróleo*. 38 p. Monografia (Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria) – Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador/BA, 2002.

VEIGA, L.F. *Estudo da Toxicidade Marinha de Fluidos de Perfuração de Poços de Óleo e Gás*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Fluminense. Niterói, Rio de Janeiro-RJ, 1998, apud SCHAFFEL, S. B. *A Questão ambiental na etapa de perfuração de poços marítimos de óleo e gás no Brasil*. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro/RJ, 2002.

Legislação:



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
NORMAS TÉCNICAS NBR 10004,**
Resíduos sólidos – Classificação, Rio de
Janeiro, ed. 2, 71f. 2004.

DECRETO nº 7.404, Diário Oficial da União
de 23/12/2010. Regulamenta a Lei nº 12.305,
de 2 de agosto de 2010.

**INSTITUTO AMERICANO DE
PETRÓLEO – API. 1991.**

RESOLUÇÃO DA LEI nº 12.305, 2 de
agosto de 2010. Publicada no Diário Oficial
da União - Seção 1 - 3/8/2010. Dispõe sobre a
Política Nacional de Resíduos Sólidos.

.



[www.conepetro.com](http://www.conepetro.com.br)
.br

(83) 3322.3222
contato@conepetro.com.br