

# CARACTERIZAÇÃO DOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO USADOS EM ATIVIDADE ONSHORE DO ESPÍRITO SANTO

**Isabela dos Santos Deambrozi (isabelaisd@gmail.com)**

Aluno de graduação do curso de Engenharia Química

**Breno Savazini Leone (brenosavazini@gmail.com)**

Aluno de graduação do curso Engenharia Química

**Robson Guimarães do Valle (robsonvalle@fsjb.edu.br)**

Orientador

## RESUMO

O estado do Espírito Santo é destaque crescente na produção de óleo e gás natural, principalmente em alto-mar (atividade *offshore*), ainda que registre parte dessa produção em terra (atividade *onshore*), no norte do estado. Ocupando a segunda posição no ranking de produtores nacionais, essa atividade é responsável por dinamizar a economia local nas regiões onde se pratica e possibilita projeções de investimentos ao longo dessa cadeia de negócios, que agregando mais valor a estes produtos, poderão permitir empreendimentos como refinarias de pequeno porte e um polo gás-químico. Este trabalho fornece um resumo do estado atual da indústria petrolífera no estado do Espírito Santo e suas projeções, enfatizando o estudo dos fluidos utilizados em atividades de perfurações de poços de petróleo *onshore*, suas propriedades físico-químicas, reológicas e funções. Apresenta-se o levantamento bibliográfico e os resultados compilados de relatórios estatísticos publicados pelo órgão nacional que regulamenta o setor, a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Para agregar conhecimento técnico, profissionais atuantes no ramo foram consultados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fluido de perfuração, petróleo, poços de petróleo, onshore, Espírito Santo.

## 1 – INTRODUÇÃO

O descobrimento do petróleo e do gás natural representou uma verdadeira revolução industrial no mundo. Além disso, esses compostos mudaram a face da indústria química, colocando uma nova matéria prima à disposição do setor industrial, dando origem à petroquímica.

A frente parlamentar em defesa da competitividade da cadeia produtiva do setor químico, petroquímico e plástico do Brasil afirma que, anteriormente a 1995, a Constituição do Brasil concedia ao governo brasileiro um monopólio, exercido por intermédio da Petrobras, sobre a pesquisa, exploração, produção, refino, importação e transporte de petróleo bruto e produtos de petróleo refinado (com exclusão de produtos petroquímicos) no Brasil. A Constituição Federal também previa que subprodutos do processo de refino, tais como a nafta, poderiam ser fornecidos no Brasil somente pela Petrobras ou por seu intermédio.

Em 1995, a Constituição Federal foi alterada para permitir que as atividades de petróleo e relacionadas a petróleo fossem realizadas por empresas privadas, por meio de concessão ou autorização do governo brasileiro. A partir de então, o governo brasileiro buscou facilitar o desenvolvimento de seu setor petroquímico.

Essa frente parlamentar ressalta ainda que, em 1997, a Lei no. 9.478/97 regulamentou a Emenda Constitucional de 1995 por meio da criação do Conselho Nacional de Política Energética e da Agência Nacional de Petróleo (ANP), encarregados de regulamentar e fiscalizar o setor petrolífero e o setor de

energia brasileiro.) Subseqüentemente à criação da Agência Nacional de Petróleo, foram introduzidas novas regras e regulamentos destinados a gradualmente eliminar o monopólio da Petrobras.

A ANP, segundo seu próprio website, destaca que essa agência é também um centro de referência em dados e informações sobre a indústria do petróleo e gás natural: mantém o Banco de Dados de Exploração e Produção (BDEP), promove estudos sobre o potencial petrolífero e o desenvolvimento do setor; recebe e torna públicas as notificações de descobertas; divulga as estatísticas oficiais sobre reservas e produção no Brasil.

De acordo com o governo estadual, a indústria de petróleo no Espírito Santo possibilita o pagamento de royalties relativos à exploração de petróleo e gás natural aos municípios nos quais estão localizados os campos produtores e as instalações das empresas. São beneficiados: governo do Estado, cidades capixabas, proprietários de terras, Ministério da Marinha e Ministério da Ciência e Tecnologia.

## **2 – JUSTIFICATIVA**

O curso de engenharia química se trata de um curso multidisciplinar e a área de petróleo é uma de suas vertentes; conhecê-la é, então, de grande valor. A atualidade do assunto e as políticas de incentivo à produção *onshore* tomadas pela ANP, buscando atrair pequenas e médias empresas através da realização de leilões, aumentam o número de investidores no setor petrolífero, o que conseqüentemente resultará no aumento da empregabilidade.

Segundo Zamith e Santos (2007), a trajetória de desenvolvimento das atividades *onshore* tem sido limitada ao longo dos anos devido ao fato de a Petrobras, que deteve o monopólio do setor até 1997, ter direcionado grande parte de seus investimentos para as atividades *offshore* mais promissoras da bacia de Campos.

Ainda de acordo com eles, a importância das atividades *onshore* para o Brasil está no fato de que a mesma contribui para a diversificação do setor. A busca pela maximização do aproveitamento dos recursos naturais na atualidade também contribui para essa importância, quando são propostas diferentes visões de sustentabilidade. Tais recursos naturais poderão ser perdidos para sempre se houver ruptura das atividades existentes, deixando de atender as necessidades tanto das gerações presentes como das futuras.

Na atividade petrolífera, os fluidos de perfuração são de fundamental importância, pois estão presentes na etapa de perfuração dos poços, sendo responsáveis pela lubrificação, transporte de cascalhos, estabilização das paredes dos poços, regulagem da pressão de operação, entre outros. Sua utilização inadequada pode causar acidentes operacionais e danos ao meio ambiente. Conhecer suas características e compreender suas funcionalidades podem evitar tais prejuízos.

## **3 – METODOLOGIA DO TRABALHO**

A metodologia utilizada para a elaboração desse artigo foi a realização de levantamento bibliográfico em livros, artigos e sites oficiais para conhecer a bacia do Espírito Santo e as atividades de perfuração nela desenvolvidas, bem como os tipos de fluidos utilizados durante este processo. Foi feita uma compilação dos dados e relatórios estatísticos disponibilizados por órgãos responsáveis pelo tema abordado. Posteriormente, foi elaborado um questionário com questões pertinentes e encaminhado a profissionais e empresas atuantes nesse ramo em áreas capixabas.

## 4 – ANÁLISE DOS DADOS

### CENÁRIO ATUAL DA INDÚSTRIA PETROLÍFERA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

O Espírito Santo é o segundo maior produtor de óleo e gás do Brasil e conta com um grande potencial de reservas. Sua produção de óleo em mar supera em muito a produção em terra, conforme apresentado na Figura 1. No entanto, o número de poços perfurados em terra é maior, conforme apresentado na Tabela 1, o que indica elevada produtividade dos poços *offshore* em relação aos poços *onshore*.

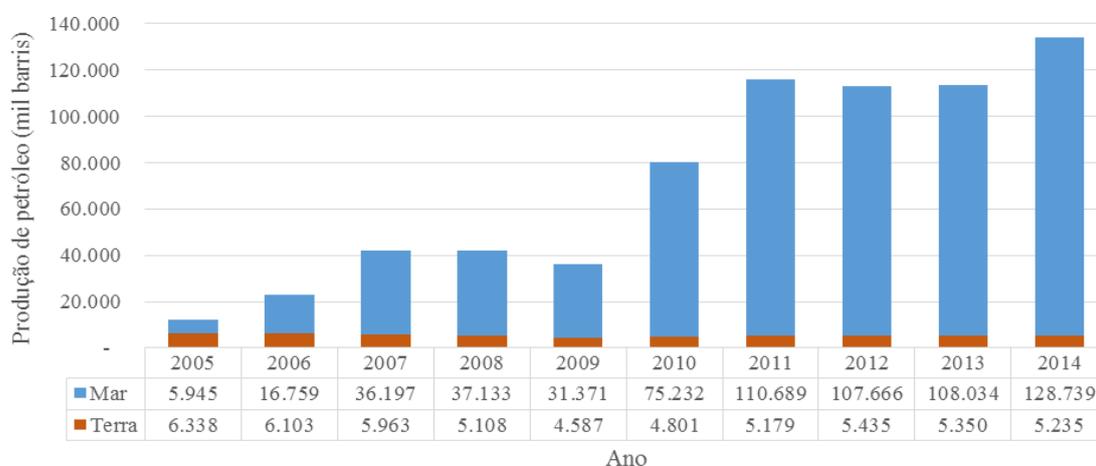


Figura 1: Produção de petróleo em terra e mar no estado do Espírito Santo.

Tabela 1: Poços de petróleo perfurados no Espírito Santo de acordo com localização em mar e terra.

LOCALIZAÇÃO	Nº DE POÇOS PERFURADOS
Espírito Santo <i>offshore</i>	265
Espírito Santo <i>onshore</i>	1595
Total Espírito Santo	1860
Total Brasil	27305

Fonte: Adaptado do Banco de Dados de Exploração e Produção (BDEP) – ANP (2012).

A Macroplan, no plano de desenvolvimento do estado, diz que o estado capixaba apresenta uma infraestrutura que revela a dimensão desta atividade e de toda a sua cadeia produtiva. A Petrobras inaugurou a Estação de Tratamento de Fazenda Alegre, em Jaguaré, e o Terminal Norte Capixaba, em São Mateus, para atenderem ao tratamento e escoamento de até 35 mil bpd de óleo produzido pelos campos terrestres na região norte do estado. Um oleoduto de 15 km interliga as duas unidades. O conjunto substitui o transporte que era realizado por carretas até o Terminal de Regência, a 150 km de distância. O gás natural é processado na unidade de Processamento de Gás Natural (PGN) localizada em Lagoa Parda, próximo a cidade de Regência na foz do Rio Doce, que tem capacidade 1,5 MM m<sup>3</sup>/dia. Este gás tratado na PGN segue por gasoduto para o abastecimento da área de Vitória, sendo que esta rede de distribuição coloca toda a produção.

### PROJEÇÕES DA INDÚSTRIA PETROLÍFERA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

O estado do Espírito Santo vem recebendo investimentos no setor petrolífero o que é justificável pelas grandes reservas de petróleo e gás-natural que possui. Estes investimentos trazem consigo geração de empregos e riqueza econômica.

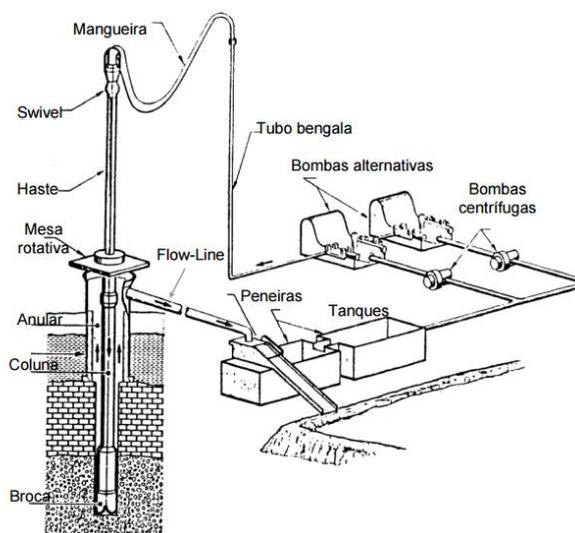
Alguns desses investimentos foram anunciados durante o 3º Fórum de Lideranças Empresariais de Aracruz pela Secretaria de Desenvolvimento do Espírito Santo, em 2012. O complexo gás-químico seria implantado em Linhares para produzir fertilizantes nitrogenados, metanol, ácido acético, ácido fórmico e melamina; porém, esse empreendimento teve seu investimento suspenso. Exemplos bem sucedidos são o Terminal Aquaviário de Barra do Riacho, para armazenar e transportar gasolina natural e gás liquefeito de petróleo produzidos no estado, e o Estaleiro Jurong, para construção de sondas de perfuração e reparo naval, ambos na cidade de

Aracruz e que já estão em funcionamento. Os Terminais de Apoio *Offshore* da Petrobras e Edison Chouest, em Anchieta e Itapemirim respectivamente, já obtiveram licença de instalação e tem por finalidade dar suporte às plataformas e às atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural *offshore*. O empreendimento Itaoca Offshore em Itapemirim, para operações de atracação, armazenamento e circulação de cargas da cadeira de óleo e gás, está com início das obras previsto para o último trimestre de 2015.

## FLUIDOS DE PERFURAÇÃO

A fim de atingir os reservatórios de petróleo para prospecção do mesmo, poços são perfurados em terra (*onshore*) e em mar (*offshore*). O método mais utilizado atualmente é o método rotativo de perfuração, utilizado pela primeira vez no ano de 1900, no qual uma broca em rotação causa o esmerilhamento da rocha por compressão. Este processo gera cascalhos, que devem ser removidos do poço através de um fluido bombeado por entre os tubos de perfuração.

À medida que o poço atinge profundidades maiores, o atrito entre a broca de aço e a rocha causa um aumento de temperatura. O fluido de perfuração atua como lubrificante e refrigerante da coluna de perfuração. Ele segue o fluxo demonstrado na Figura 2, onde é bombeado através de um tubo de acesso, também denominado tubo bengala, a fim de atingir a altura do mastro da sonda. Ao entrar na coluna, este fluido retorna à superfície entre o espaço anular da coluna de perfuração e o poço perfurado, carregando os cascalhos gerados na perfuração das rochas. Esse fluido emergente do poço denomina-se lama de perfuração. Essa lama é tratada, dispondo-se de peneiras e centrífugas, a fim de recuperar o fluido e reutilizá-lo.



**Figura 2:** Sistema de bombeamento e recuperação do fluido de perfuração.

Ao perfurar a rocha, os fluidos contidos nos poros em seu interior, que encontram-se pressurizados pela chamada pressão de poros, apresentam a tendência de se deslocarem para a superfície visto que um caminho é criado. Como esse comportamento não é desejado devido a possibilidade de desmoronamento das paredes do poço, o fluido de perfuração deve apresentar uma pressão hidrostática em frente à rocha perfurada maior que a pressão de poros. O fluxo de fluidos dos poros da rocha para dentro do poço é chamado de *kick*, e quando esse fluxo ocorre de forma descontrolada com consequências catastróficas, dá-se o nome de *blowout*. A primeira situação é frequente e dá indícios de que a segunda possa vir a acontecer, logo, há um tempo hábil para que medidas preventivas sejam tomadas.

É desejável que os fluidos de perfuração apresentem algumas propriedades específicas controladas, tais como densidade, parâmetros reológicos, forças geís, parâmetros de filtração, teor de sólidos, centrifugação, hidrogeniônica-pH, alcalinidades, teor de cloretos ou salinidade, teor de bentonita ou de sólidos ativos.

Segundo Thomas (2001), quanto as suas características, o fluido de perfuração deve seguir alguns parâmetros para viabilidade de sua utilização, tais como:

- ser facilmente bombeável para garantir seu fluxo contínuo através da coluna de perfuração e retorno à superfície com os cascalhos;
- ser capaz de estabilizar as paredes do poço durante seu bombeamento para que elas não desmoronem. Em casos de parada do bombeio, deve impedir a sedimentação dos cascalhos e sobrecarga sobre a broca e coluna de perfuração, evitando problemas durante a retirada dessa coluna e até mesmo a perda do poço;
- reagir o mínimo possível com os compostos presentes nas rochas, não contaminar as formações produtoras de hidrocarbonetos e apresentar baixo grau de corrosão e de abrasão aos equipamentos no sistema.

### **Classificação Dos Fluidos De Perfuração**

Esses fluidos podem ser classificados em três categorias de acordo com sua composição principal da sua fase dispersante, sendo elas fluidos à base de água, à base de óleo e à base de ar.

#### **FLUIDOS DE PERFURAÇÃO À BASE DE ÁGUA**

Os fluidos à base de água possuem sua fase dispersante composta por este solvente. Eles são fluidos de baixo custo inicial e menos agressivo ao meio ambiente, muito empregados na exploração de poços pouco profundos, onde existem baixa pressão de poros e de fratura, e o rigor da legislação ambiental é maior.

Seu uso é observado em uma gama extensa de formações rochosas, porém é restringido em formações argilosas capazes de absorver água provocando o estrangulamento do poço. Para que isso seja evitado podem ser utilizados alguns aditivos, como os sais que atuam como inibidores das formações ativas, estimulando o escoamento de água da formação argilosa para o fluido de perfuração.

#### **FLUIDOS DE PERFURAÇÃO À BASE DE ÓLEO**

Os fluidos à base de óleo surgiram em resposta à limitação técnica e operacional dos fluidos a base de água, são emulsões invertidas, sendo a fase continua o fluido base (óleo) mais a água e as substâncias químicas compreendem a fase interna. São capazes de suportar elevadas temperaturas e pressões de poços mantendo suas propriedades. Oferecem melhor lubrificação e proteção contra gases ácidos e corrosão. Contudo, apresentam maior custo e maior grau de poluição.

Em virtude dessa restrição, foram desenvolvidos os fluidos de perfuração a base de compostos sintéticos. Eles acarretam menos danos ambientais, sendo menos tóxicos e mais biodegradáveis.

#### **FLUIDOS DE PERFURAÇÃO À BASE DE GÁS**

Os fluidos a base de gás são aqueles em que todo ou parte do gás (ou ar) é usado como fluido circulante na perfuração rotativa. Possuem baixa densidade e são pouco utilizados, sendo seu uso recomendado em situações de grandes perdas de circulação e formações produtoras com pressão muito baixa.

### **Aditivos Dos Fluidos De Perfuração**

Para que os fluidos de perfuração apresentem propriedades correspondentes às especificações de projeto de perfuração do poço, alguns aditivos são utilizados. Os principais encontram-se listados na Tabela 3, com suas respectivas funcionalidades.

**Tabela 3:** Aditivos para fluidos de perfuração e suas funções.

ADITIVOS	CARACTERÍSTICAS CONFERIDAS
Lignossulfatos, taninos, lignitos e fosfatos	Dispersantes e inibidores físicos
Baritina (sulfato de bário) e hematita	Adensantes: controlam a densidade do fluido
Soda cáustica, potassa cáustica e cal hidratada	Alcalinizantes, controladores de pH e floculantes
Surfactantes: sabões e ácidos graxos	Emulsifica a água e reduz a tensão superficial
Carbonato e bicarbonato de sódio	Removedores de cálcio e magnésio
Paraformaldeído, organoclorados, cal e soda cáustica	Bactericidas

Fonte: Estudo dos constituintes dos fluidos de perfuração: proposta de uma formulação otimizada e ambientalmente correta.

## 5 – CONCLUSÃO

Através desse trabalho, foi possível comprovar a relevância do Espírito Santo no cenário brasileiro da exploração de petróleo. Sua infraestrutura já estabelecida favorece o desenvolvimento da atividade exploratória no setor e grandes novos empreendimentos são previstos para o estado durante os próximos anos.

Apesar de sua produção ser majoritariamente *offshore*, sua produção em terra é fundamental para diversificação do setor energético do estado, possibilitando o maior aproveitamento dos recursos naturais, gerando empregabilidade e fortalecendo a economia. Neste âmbito, os fluidos de perfuração são essencialmente empregados e sua correta seleção assegura viabilidade econômica, ambiental e segurança.

Durante a escolha deste fluido, alguns fatores devem ser levados em consideração tais como as características do reservatório e da formação rochosa a ser perfurada, custos de aditivos, manutenção e legislação para disposição final do fluido. Conforme a Petrobras, principal empresa exploradora de poços de petróleo no estado, o Espírito Santo apresenta grande diversidade em relação às formações geológicas, mas em sua maioria, as estações de perfuração utilizam fluidos a base de água, por serem de menor custo e baixo impacto ambiental, sendo suas características moldadas pela utilização dos aditivos conforme necessidade de cada estação explorada, de acordo com profissionais da área consultados.

## 6 – REFERÊNCIAS

1. GUIMARÃES, I.B., ROSSI, L.F.S. Estudo dos constituintes dos fluidos de perfuração: proposta de uma formulação otimizada e ambientalmente correta. 4º PDPETRO, p. 2-7, out. 2007.
2. THOMAS, J.E. Fundamentos da engenharia de petróleo. 2. Ed. 2001.
3. MACROPLAN. Plano de desenvolvimento Espírito Santo 2025: nota técnica: agragação de valor e diversificação econômica do Espírito Santo, v.9, p. 13-59, ago. 2006.
4. BDEP/ANP. Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis. 2015.
5. ZAMITH, R., SANTOS, E.M. Atividades onshore no Brasil: regulação, políticas públicas e desenvolvimento local. p. 19-31, dez. 2007.
6. FRENTE PARLAMENTAR EM DEFESA DA COMPETITIVIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DO SETOR QUÍMICO, PETROQUÍMICO E PLÁSTICO DO BRASIL. Disponível em <[http://www.frentequimicopetroplastico.com.br/?page\\_id=722](http://www.frentequimicopetroplastico.com.br/?page_id=722)>. Acesso em: 16 de julho de 2015.
7. BEZERRA, M.F.C. Perspectivas da economia estadual com enfoque no desenvolvimento regional: 3º fórum de lideranças empresariais de Aracruz. 2012.