

## ESTUDO DOS CONSTITUINTES DOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO: PROPOSTA DE UMA FORMULAÇÃO OTIMIZADA E AMBIENTALMENTE CORRETA

Ian Barros Guimarães<sup>1</sup> (DAQBI/UTFPR), Luciano Fernando dos Santos Rossi<sup>2</sup> (PPGEM/LACIT/UTFPR)

<sup>1</sup> Av. Sete de Setembro 3165, Rebouças, Curitiba-PR, 80230-901, e-mail: iianbg@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Av. Sete de Setembro 3165, Rebouças, Curitiba-PR, 80230-901, e-mail: lfrossi@utfpr.edu.br

Nas atividades petrolíferas, os fluidos de perfuração têm importância fundamental. São esses fluidos que devem permitir o resfriamento da broca, a retirada dos cascalhos gerados na perfuração e a manutenção da estabilidade do poço. São eles que, também, devem se transformar numa espécie de gel para conter os cascalhos, quando da parada de uma coluna de perfuração, para alguma operação intermediária, e ter a capacidade de quebrar esse gel no instante da volta do movimento da coluna. Isso tudo sem comprometer a formação ou causar grandes perturbações no espaço anular do poço. Muitos desses fluidos de perfuração incorporam constituintes que, em maior ou menor grau têm características tóxicas, corrosivas, ou mesmo agressivas ao meio ambiente. Por outro lado, os fluidos de perfuração comumente levam em sua constituição substâncias capazes de retardar em algum grau, a ocorrência de fenômenos indesejáveis (formação de hidratos, p. ex.). Nesses casos, os constituintes são denominados inibidores de formação de hidratos (inibidores cinéticos ou termodinâmicos). Neste trabalho, pretende-se levantar as vantagens e as desvantagens dos vários constituintes dos fluidos de perfuração. Para tanto foi realizado um levantamento dos principais constituintes dos fluidos de perfuração, nas suas diversas classificações (a base óleo, a base água, a base ar, e fluidos sintéticos) com o objetivo de apresentar suas vantagens e desvantagens na formulação dos fluidos de perfuração. Pretende-se, desta forma, levantar subsídios que apontem no sentido de encontrar uma formulação ótima de fluido de perfuração que seja também menos agressiva ao meio ambiente. Ao final são apresentadas algumas propostas de formulação para os fluidos de perfuração.

*Segurança de Poço, Fluidos de Perfuração, Meio Ambiente.*

### 1. INTRODUÇÃO

A perfuração, uma das etapas da exploração de óleo e gás, hoje é capaz de atingir regiões de grande complexidade. Assim sendo, é possível realizar perfurações nas chamadas águas profundas, regiões que podem atingir a profundidades de até 3000 m (Nascimento, 2000). Além disso, as perfurações, tanto on-shore quanto off-shore podem ser feitas em poços verticais ou horizontais. Essas atividades só podem ser realizadas graças aos fluidos de perfuração, os quais podem ser definidos como um fluido circulante capaz de tornar viável a atividade de perfuração (API, 1991). Esses fluidos de perfuração são de vital importância em um sistema de exploração de óleo e gás, onde sua eficiência é imensa, tanto que além das funções descritas por Thomas *et al.*, (2001) de limpar o fundo do poço dos cascalhos gerados pela broca e transportá-los até a superfície; exercer pressão hidrostática sobre as formações, de modo a evitar o influxo de fluidos indesejáveis (kick) e estabilizar as paredes do poço; resfriar e lubrificar a coluna de perfuração e a broca eles ainda devem apresentar características especiais que garantam uma perfuração eficiente, segura e rápida. Essas características são descritas por Thomas *et al.* (2001), para quem elas devem garantir que o fluido seja quimicamente estável; que tenha a capacidade de estabilizar as paredes do poço, que permita uma fácil separação dos cascalhos, da superfície, que mantenha os sólidos em suspensão quando estiver em repouso (pela parada de operações) entre outras.

Tradicionalmente, os fluidos de perfuração são divididos em dois grupos: WBF's (Water Based Fluids), NAF's (Non Aqueous Fluids). Embora existam os fluidos à base de ar, estes são muito pouco utilizados. Os chamados NAF's são subdivididos em 3 grupos, englobando os fluidos não dispersáveis em água e os de base não aquosa (Mairs, H. *et al.*, 2000). Os compostos que constituem os NAF's correspondem aos fluidos de base não aquosa com conteúdo aromático elevado, conteúdo aromático médio e conteúdo aromático baixo ou desprezível. Fluidos a base de água também podem ser divididos em não-inibidos, inibidos, com baixo teor de sólidos e emulsionados em óleo. Essa divisão tem como principal objetivo otimizar o desempenho do fluido a base de água em uma perfuração. Os fluidos que não são apenas líquidos, podem ser constituídos de duas formas, que são uma mistura gás-líquido que é subdividida em água aerada e espuma, ou apenas gases, podendo ser ar ou gás natural (PUC-RJ). Esses fluidos são pouco utilizados, sendo usados apenas em casos especiais.

A chamada formulação ideal de um fluido é importante uma vez que diversos problemas podem ser causados caso o fluido de perfuração não esteja de acordo com o sistema a ser perfurado. Esses problemas podem ser: a perda de circulação, ineficiência da limpeza do poço, ocasionar um potencial agressivo ao meio

ambiente, ser um potencial formador de hidratos dentre outros (Sorgard *et al.*, 2001). O presente trabalho tem como principal objetivo apresentar as vantagens e as desvantagens na formulação dos fluidos de perfuração. Objetiva-se, desta forma, levantar subsídios que apontem no sentido de encontrar uma formulação ótima de fluido de perfuração que possam ser, também, menos agressiva ao meio ambiente.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1.UNIDADE DE PERFURAÇÃO - MECANISMOS DOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO**

Os fluidos de perfuração, durante as atividades de perfuração, são bombeados da unidade de perfuração até o poço pelo interior de uma coluna de perfuração. Essa unidade de perfuração é o local por onde o fluido circula e é a partir desse sistema que ele é bombeado do tanque de sucção até o poço, retornando pelo espaço anular da coluna, chegando até a peneira vibratória, para a separação dos sólidos extraídos e posteriormente resfriado e tratado, para ser novamente bombeado para o poço.

### **2.2.DEFINIÇÃO DOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO**

Os fluidos de perfuração são vistos de diferentes maneiras por diferentes autores. O instituto Americano de Petróleo (API) considera fluido de perfuração qualquer fluido circulante capaz de tornar a operação de perfuração viável. Contudo, autores como Thomas *et al.* (2001) consideram os fluidos de perfuração como misturas complexas de sólidos, líquidos, produtos químicos e, por vezes, até de gases. Sendo que, do ponto de vista químico, eles podem assumir aspectos de suspensão, dispersão coloidal ou emulsão, dependendo do estado físico dos componentes. Do ponto de vista físico, os fluidos de perfuração assumem comportamentos de fluidos não-newtonianos, ou seja, a relação entre a taxa de cisalhamento e a taxa de deformação não é constante (Machado, 2002).

### **2.3.PRINCIPAIS FUNÇÕES E CARACTERÍSTICAS DOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO**

Sabe-se que diversos fatores afetam os fluidos de perfuração durante uma operação, variações de profundidade, interação com a formação rochosa do poço, variações de pressão e temperatura são citadas como alguns desses fatores. Portanto, um fluido de perfuração além de ter de realizar suas funções primordiais, que são a suspensão, o controle de pressão, a estabilização das formações, apresentar poder de flutuação e de resfriamento da broca (Duarte, 2004) também devem apresentar características adequadas para que possam ser utilizados nas diversas formações. Sendo assim, um fluido de perfuração deve ser estável quimicamente, facilitar a separação dos cascalhos na superfície, ser inerte (não reagir) com as rochas produtoras, ser capaz de aceitar tratamento físico e/ou químico, ser passível de bombeamento, e ainda deve apresentar baixo grau de corrosão e abrasão (esfoliamento) em relação à coluna de perfuração e a outros equipamentos da coluna de perfuração, além de não ser agressivo ao meio ambiente (Thomas *et al.*, 2001). Além das funções cruciais de um fluido de perfuração, eles apresentam funções e características secundárias, tais como: resfriar e limpar pequenas impurezas, apresentar baixo custo de operação, facilitar as interpretações geológicas do material retirado do poço, dentre outras.

### **2.4.PROPRIEDADES**

Através da compreensão e do estudo das propriedades químicas e físicas dos fluidos de perfuração é possível classificá-los. Segundo Caenn *et al.* (1995), as principais propriedades que devem ser estudadas para classificar um fluido são: peso, viscosidade, reatividade e controle de perda de fluido e dentro de cada item deve-se estudar as características específicas, tais como: densidade (no caso do peso); força gel e parâmetros reológicos (no caso da viscosidade); parâmetros de filtração (no caso de controle de perda de fluidos) e teor de sólidos, pH, sólidos ativos e lubrificidade (no caso da reatividade). A importância desses subitens apresentados é grande, uma vez que, por exemplo, os estudos dos parâmetros reológicos podem auxiliar no cálculo de perdas de carga na tubulação e na determinação da velocidade de transporte dos cascalhos, as forças géis (que fazem parte dos parâmetros reológicos) por indicarem o grau de gelificação de um fluido de perfuração, fornecem informações sobre a resistência de um fluido em reiniciar o seu escoamento após um período de repouso das atividades de perfuração. Além dos subitens citados acima, outros são importantíssimos, dentre os quais o pH, capaz de fornecer informações sobre a capacidade do fluido em promover a corrosão dos equipamentos, o teor de sólidos que em altas quantidades influenciam outras propriedades como a densidade, as forças géis e a viscosidade e ainda podem aumentar a probabilidade de desgaste de equipamentos e fratura das formações rochosas.

## 2.5.TIPOS DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO

Atualmente, os fluidos de perfuração podem ser divididos em 2 grupos e mais os fluidos a base de ar. Segundo Thomas *et al.* (2001) os fluidos a base de água são formados pela água pura com ou sem a adição de sais. Nesse tipo de fluido, a água tem como principal função no sistema prover o meio para a dispersão dos materiais coloidais. Os fluidos a base de água são divididos em não-inibidos (onde não há tratamento químico do fluido), inibidos (fluidos que passam por tratamentos físicos e/ou químicos), fluidos com baixo teor de sólidos e fluidos emulsionados em óleo. Essas divisões têm como principal objetivo melhorar o desempenho do fluido. Os fluidos inibidos, por exemplo, são usados para perfurar rochas com elevado grau de atividade na presença de água doce enquanto os não - inibidos são utilizados em perfurações de camadas superficiais. Os fluidos a base de ar são muito pouco utilizados, recomendando-se seu uso para situações de zonas com grandes perdas de circulação e formações produtoras com pressão muito baixa (Caenn *et al.*, 1995). O outro grupo de fluidos muito utilizado corresponde aos NAF's, esses são emulsões invertidas, sendo a fase continua o fluido base mais a água e as substâncias químicas compreendem a fase interna. Esses fluidos são subdivididos em 3 grupos, sendo que o grupo I corresponde aos fluidos com elevado conteúdo aromático, o grupo II corresponde aos fluidos com conteúdo aromático médio e o grupo III corresponde aos fluidos com baixo ou desprezível conteúdo de aromáticos. No grupo I, os principais constituintes são os óleos minerais e o óleo diesel. Os fluidos desse grupo são produzidos a partir do refino do petróleo bruto e constituem um conjunto de vários compostos, dentre eles citam-se os hidrocarbonetos, as parafinas, os PAH's (hidrocarbonetos aromáticos policíclicos) e os aromáticos. Esses fluidos podem ser emulsões água/óleo (com teor de água <10%, em volume) ou emulsões inversas (com o teor de água variando entre 10% e 45%, em volume). Esses fluidos têm como principal característica a manutenção da estabilidade dos poços, o fato de serem capazes de formar uma membrana semipermeável ideal, evitando a passagem de íons do fluido para a rocha e da rocha para o fluido. O grupo II, constituído principalmente pelo óleo diesel apresenta menor toxicidade. Nesse tipo de fluido, os processos de destilação são controlados para que os hidrocarbonetos totais e os PAH's fiquem abaixo dos valores estabelecidos para o grupo I. A principal vantagem em relação ao grupo I é o fato desse tipo de fluido ser menos tóxico e agressivo ao meio ambiente. O grupo III inclui os fluidos de base sintética produzidos por reações químicas de compostos puros e grupamentos químicos como (hidrocarbonetos sintéticos, acetais, ésteres e éteres). Esses fluidos também são chamados de SBF ou SBM (fluidos de perfuração a base de compostos sintéticos) e surgiram a partir da necessidade de fluidos que possuíssem características semelhantes aos fluidos a base de óleo, porém, que causassem menos danos ambientais, sendo menos tóxicos e mais biodegradáveis (Mairs, H. *et al.*, 2000).

## 2.6.ADITIVOS

Os aditivos mais comuns utilizados nos fluidos de perfuração correspondem aos polímeros, surfactantes, sais e bentonitas. Além destes, ainda podem ser usados aditivos como a baritina, os fosfatos, os taninos, os carbonatos, os paraformaldeídos e outros. Os sais atuam como inibidores das formações ativas, eles atuam de maneira a reduzir o escoamento hidráulico para a formação, devido principalmente a viscosidade dos seus filtrados e por estimular o escoamento de água da formação argilosa para o fluido de perfuração. Este escoamento inverso reduz a hidratação da formação e as pressões de poros da formação ao redor do poço, o que gera um aumento da tensão efetiva (PUC-RJ). Os sais mais comuns utilizados em fluidos de perfuração a base de água são os sais de cloretos: cloreto de sódio (NaCl); cloreto de potássio (KCl) e cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>).

Os polímeros assim como os sais são de grande utilidade na indústria de petróleo, principalmente no campo da perfuração. Os polímeros são definidos como moléculas orgânicas com peso molecular acima de 200, contendo varias unidades repetidas (os monômeros) (Caenn *et al.*, 1995). Os polímeros comumente utilizados podem ser classificados de três maneiras: os polímeros naturais, os naturais modificados e os polímeros sintéticos. Os polímeros naturais nos fluidos de perfuração são as chamadas gomas, os biopolímeros e os a base de amido. O amido é um polímero cuja molécula estrutural apresenta um caráter ligeiramente aniônico, sendo, portanto considerado um polímero hidrofílico. Essa característica o torna capaz de absorver grande quantidade de água, o que permite a esse composto atuar como controlador da perda de fluido para a formação. Outra característica importante desse polímero, é o fato de possuir partículas grandes em sua cadeia, o que auxilia na minimização da penetração do fluido de perfuração na formação. Os biopolímeros, geralmente são polissacarídeos produzidos a partir da fermentação bacteriana. São polímeros que apresentam alto peso molecular, algo em torno de 1 a 2 milhões. Assim como o amido, suas moléculas apresentam-se ligeiramente aniônicas, o que lhes confere a capacidade de absorver grande quantidade de água, por isso os biopolímeros são usados no controle reológico e para melhorar o processo de carregamento de cascalhos durante a perfuração. Os exemplos mais comuns dessa classe são as gomas. Os polímeros modificados mais utilizados na indústria petrolífera são os CMC (carboximetilcelulose); HEC (hidroxietilcelulose) e o CMS (carboximetilamido). A principal função desses polímeros é a de tornarem o fluido mais viscoso, melhorando a capacidade de

carregamento de cascalhos. Assim como os polímeros naturais, os polímeros modificados são agentes hidrofílicos capazes de absorver grande quantidade de água. O grupo que constitui os polímeros sintéticos é formado pelos poliacrilatos, polímeros produzidos através do petróleo, e pelas poliacrilamidas que são copolímeros de várias proporções de ácido acrílico e acrilamida. Os poliacrilatos normalmente são aniônicos apresentando estruturas que não são complexas tendo seu uso variando de acordo com seu peso molecular. As moléculas com baixo peso molecular ( $< 1000$ ), são utilizadas como afinadores e defloculantes, essas funções são devido ao fato dos poliacrilatos de baixo peso molecular apresentarem muitas cargas negativas e alta capacidade de adsorção de sólidos ativos dos fluidos. O mecanismo básico de funcionamento é o fato dos poliacrilatos de baixo peso molecular adsorverem as cargas positivas dos fluidos deixando-os com excesso de cargas negativas, o que causa forte repulsão resultando na defloculação. Os poliacrilatos de peso molecular médio (entre 1000 e 100000), são utilizados como floculantes e controladores de parâmetros reológicos. As moléculas com alto peso molecular ( $> 100000$ ), são usadas como floculantes. A poliacrilamida possui alto peso molecular e nos fluidos de perfuração atua como um controlador dos fluidos, isso por ser capaz de encapsular os sólidos (contaminantes) presentes nos fluidos e formar flocos que se depositam no fundo dos tanques de decantação. A ação de captura de contaminantes pela poliacrilamida se deve a diferença de cargas existentes, a poliacrilamida é aniônica e os sólidos/partículas apresentam cargas positivas (Caenn *et al.*, 1995).

As bentonitas, são definidas por Pereira et al.,(2000) como agregados em pacotes laminares como um baralho de cartas que ao entrarem em contato com a água vão se separando, causando um efeito chamado de dispersão. Nos fluidos de perfuração as argilas podem associar-se de diferentes maneiras, influenciando diretamente na qualidade e na eficiência dos fluidos. Os 4 efeitos possíveis causados pelas diferentes associações das argilas são a agregação (argila seca), dispersão (estado pretendido pelo fluido, inverso da agregação), floculação (abrupto aumento da viscosidade, alta gelificação) e defloculação (inverso da floculação). A atuação dessas argilas no campo petrolífero se dá pela alta retenção de água, conferindo ao fluido boas propriedades viscosificantes, formadoras de gel e controladoras de filtração.

Outros aditivos usados nas operações de perfuração podem ser vistos na tabela 1.

| Aditivos                                             | Características                                                                                                         |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lignossulfatos, taninos, lignitos e fosfatos         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dispersante</li> <li>○ Inibidor Físico</li> </ul>                              |
| Baritina (sulfato de bário) e Hematita               | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Adensante – Pode controlar a densidade do fluido de perfuração.</li> </ul>     |
| Soda cáustica, Potassa Cáustica e cal hidratada      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Alcalinizantes</li> <li>○ Controladores de pH</li> <li>○ Floculante</li> </ul> |
| Surfactantes: sabões e ácidos graxos.                | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Emulsificar a água</li> <li>○ Reduzir a tensão superficial</li> </ul>          |
| Carbonato e bicarbonato de sódio                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Removedores de cálcio e de magnésio</li> </ul>                                 |
| Paraformaldeído, Organoclorados, Cal e Soda Cáustica | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bactericida</li> </ul>                                                         |

Tabela 1. Aditivos usados nos fluidos de perfuração.

### 3. METODOLOGIA

Para o melhor desempenho de um fluido de perfuração vários fatores devem ser considerados. Pode-se dizer que esses fatores são externos e internos em relação aos fluidos de perfuração. Fatores internos seriam as proporções ideais das quantidades de água, de óleo, de aditivos e de outros. Fatores externos seriam os relacionados às condições da região a ser perfurada. Levando em conta esses fatores, realizou-se, neste trabalho, uma extensa revisão da literatura para que se pudesse chegar a uma direção quanto a melhor composição de um fluido de perfuração. Nas figuras 1 e 2 podem ser vistas as proporções adequadas dos fluidos de perfuração a base de água e a base não aquosa.

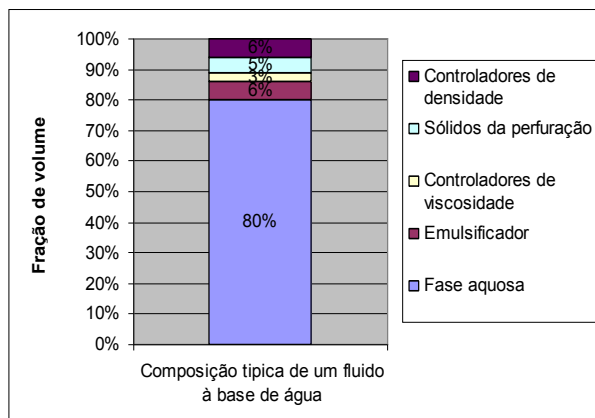


Figura.1 Composição adequada para um fluido a base de água.

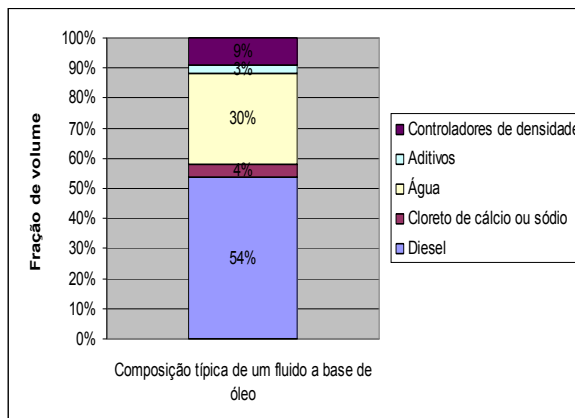


Figura.2 Composição adequada para um fluido a base não aquosa.

Os principais fatores externos que determinam a escolha de um fluido de perfuração são: **Condições de segurança** – para garantir perfeitas condições de segurança em uma perfuração, um fluido de perfuração deve no mínimo ter um peso adequado para manter o controle do poço, para garantir a não formação de hidratos gasosos ou retardar a sua formação durante a perfuração, além disso deve levar em conta zonas de H<sub>2</sub>S (sulfetos de hidrogênio). **Formações rochosas salinas** – Essas formações rochosas são rochas sedimentarias formadas pela evaporação de água do mar. São rochas com altos teores salinos, que podem interferir na perfuração, principalmente pela diferença de pressão osmótica do local. **Zonas de altas pressões e temperaturas** – Regiões de altas pressões e temperaturas podem prejudicar o desempenho dos fluidos de perfuração, podendo alterar as suas propriedades físico-químicas. **Condições ambientais** – Dependendo da região (on-shore / off-shore), do país na qual esta sendo realizada a perfuração, da legislação em vigor, das características de disposição final, esses são alguns dos fatores que determinam a escolha de um fluido quando se relaciona com as questões ambientais: **Formações argilosas** – podem alterar as propriedades reológicas dos fluidos de perfuração. **Trajectoria do poço** – Perfurações horizontais podem dificultar a ação dos fluidos de perfuração, seja pelo baixo grau de lubrificidade do fluido, seja pelo aumento da viscosidade ou pela dificuldade do carregamento dos cascalhos. **Questões econômicas** – Fator que apresenta influência direta na escolha de um fluido, podendo constituir cerca de 7% do valor total do custo de uma perfuração. Fatores como custo da disposição final do fluido, custo de aditivos, custo de manutenção, entre outros são alguns dos fatores econômicos.

#### 4. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Como se pode observar a escolha de um fluido para uma atividade de perfuração não é uma tarefa fácil, sendo necessário conhecer os detalhes de cada componente que é introduzido em um fluido de perfuração. Na tabela 2 podem ser verificadas as vantagens e recomendações relativas ao uso da fase continua (água, óleo ou mistura sintética).

| Fase Contínua                                          | Função                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Água</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tornar o fluido menos agressivo ao meio ambiente</li> <li>Facilitar a detecção de gás no poço</li> <li>Permite maior taxa de penetração</li> <li>Permite um maior número de perfis que podem ser executados</li> <li>Permite mais facilidade no combate a perda de circulação</li> <li>Tem menor custo inicial</li> </ul> |

Tabela.2 – Vantagens do uso de fluidos a base de água

Através das principais vantagens dos fluidos a base de água pode-se perceber que este tipo de fluido é recomendado para explorações em rochas superficiais, em situações nas quais o rigor da legislação ambiental é maior, além do que, com os aditivos pode também ser utilizado em uma gama extensa de formações rochosas.

| Fase Contínua                                                                 | Função                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• NAF's (Grupo I, II e III)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Estabilidade a altas temperaturas</li> <li>○ Lubrificação</li> <li>○ Estabilizantes do poço</li> <li>○ Usados em altas profundidades</li> <li>○ Prevenção da formação de hidratos</li> <li>○ Fluidos de perfuração mais leves</li> <li>○ Permitir uma perfuração mais rápida</li> <li>○ Confere mais segurança na perfuração</li> <li>○ Gerar menor produção de cascalhos</li> <li>○ Ter baixa taxa de corrosão</li> <li>○ Ter grau de inibição elevado em relação às rochas ativas</li> <li>○ Ter propriedades controláveis acima de 350°F (176°C), até 500°F (260°C).</li> <li>○ Ter um amplo intervalo de variação de densidade: 0,89 a 2,4</li> <li>○ Ter baixíssima solubilidade de sais inorgânicos</li> </ul> |

Tabela.3 – Vantagens do uso de fluidos a base não aquosa

Esses fluidos de base não aquosa (NAF's), como observou-se na Tabela 3, são muito úteis em regiões que apresentam elevadas pressões e temperatura, regiões onde há grande variação de temperatura e de pressão, atuam na prevenção de hidratos, pois possuem menor quantidade de água em sua formulação, além disso, são recomendados em situações que necessitam manter a estabilidade do poço, como dito anteriormente, e são capazes de evitar o fluxo de íons do fluido para a rocha e da rocha para o fluido.

| Fase Contínua                                                                                                                                                                                                                                                 | Função                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ SBM</li> <li>○ Hidrocarbonetos Sintéticos (olefina-alfa-linear; poli-alfa-olefinas; olefinas internas; parafinas sintéticas.)</li> <li>○ À base de ésteres</li> <li>○ À base de éteres</li> <li>○ Acetais</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ser estável a altas temperaturas.</li> <li>○ Ser mais viscoso que os óleos minerais</li> <li>○ Ter baixa temperatura de estabilidade</li> <li>○ Serem Biodegradáveis</li> <li>○ Ser estável a altas temperaturas</li> <li>○ Não ser tóxico</li> <li>○ Serem estáveis em condições neutras e básicas</li> </ul> |

Tabela.4 – Vantagens do uso de fluidos a base não aquosa- grupo.III

Os fluidos que compreendem o grupo III dos NAF's, têm como principal recomendação o uso em situações que necessitam fluidos a base de óleo, mas que não sejam tóxicos ao meio ambiente.

Entretanto, a fase correspondente a cada um desses fluidos também apresenta desvantagens que podem tornar o fluido incapaz de ser utilizado em algum perfil. Essas desvantagens podem ser conferidas nas tabelas 5 e 6.

| Fase Contínua                                            | Desvantagens                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Água</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Menor estabilidade a altas temperaturas</li> <li>○ Não são adequados em operações exigentes de perfuração</li> <li>○ Não podem ser usados onde existem argilas sensíveis à água</li> </ul> |

Tabela.5 – Desvantagens do uso de fluidos a base de água.

Observa-se que o uso de fluidos a base de água é restrito a operações menos complexas e em regiões onde as temperaturas não são tão elevadas.

| Fase Contínua                                                                                            | Desvantagens                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>○ Fluidos de base não-aquosa</li><li>○ Grupo I, II e III</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>○ Têm maior custo inicial (Grupo I, II e III)</li><li>○ Podem causar danos ambientais (Grupo I e II)</li><li>○ Têm menores taxas de penetração.</li><li>○ Há dificuldade no combate a perda de circulação.</li></ul> |

Tabela.6 – Desvantagens do uso de fluidos de base não aquosa.

Os fluidos de base não aquosa mostram-se eficientes para situações complexas, contudo, as questões ligadas ao meio ambiente e ao custo inicial têm restringido o uso desses fluidos.

## 5. CONCLUSÃO

Compreender os fluidos de perfuração abrange diversos temas, sendo importante conhecer tanto o fluido a ser utilizado como o perfil (formação rochosa) onde será utilizado. Neste estudo procurou-se verificar as principais características dos componentes de um fluido de perfuração e através destes apontar os principais parâmetros que poderiam vir a melhorar o desempenho dos fluidos de perfuração nas atividades de campo. Para trabalhos futuros, a aquisição e a formulação de amostras em escalas laboratoriais para comparar os resultados podem auxiliar ainda mais o entendimento das propriedades e das características de cada fluido melhorando o seu desempenho na aplicação desejada.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio financeiro da Agência Nacional do Petróleo – ANP por meio do Programa de Recursos Humanos da ANP para o setor de Petróleo e Gás PRH-ANP (PRH-10 – UTFPR). Agradecemos, também, ao TEP/CENPES/PETROBRÁS.

## 7. REFERÊNCIAS

- CAENN, RYEN<sup>a</sup>; CHILLINGAR<sup>b</sup>, GEORGE V. Drilling Fluids : State of the Art.. **Journal of Petroleum Science and Engineering**. USA: <sup>a</sup>Westport technology Center; <sup>b</sup>Civil engineering department, University of Southern California. June 1995.
- CARACTERIZAÇÃO DE FLUIDOS, **Cap. 4. PUC- RIO, Certificação Digital N°9824852/CA.**
- DUARTE, RICARDO G. **Avaliação da Interação Folhelho-Fluido de Perfuração para Estudos de Estabilidade de Poços**. Junho 2004. 123pg. Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2004.
- MAIRS, H.<sup>1</sup>, SMITH, J.<sup>2</sup>, MELTON, R.<sup>3</sup>, PASMORE, F.<sup>4</sup>, MARUCA, S.<sup>5</sup>. **Efeitos Ambientais dos Cascalhos Associados a Fluidos Não Aquosos: Fundamentos Técnicos**. Novembro 2000.
- MACHADO, J. C. Fundamentos e Classificação de Fluidos Viscosos. **Reologia e Escoamento de Fluidos— Ênfase na indústria do petróleo**. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2002. pg 1-40.
- NASCIMENTO, R. S. V.; **Desenvolvimento de Aditivos para Fluidos de Perfuração a Partir do Glicerol..** Universidade Federal do Rio de Janeiro. PP.
- SORGARD, E.; ALTERAS, E.; HYDRO, N.; FIMREITE, G.; DZIALOWSKI, A.; SVANES, G.S. **Design of Water Based Drilling Fluid Systems for Deepwater Norway**. In: SPE/IADC Drilling Conference, 2001, Amsterdam. Society of Petroleum Engineers, 2001.
- THOMAS, Perfuração. **In: Fundamentos de Engenharia do Petróleo**. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2002. Pg 81-87.

## STUDY OF CONSTITUTE OF DRILLING FLUIDS: PURPOSE OF A IMPROVE FORMULATION AND ENVIRONMENTALLY CORRECT

In the oil activities, drilling fluids have fundamental importance. They must permit the clean and cool the bit, they also carry cuttings produced in drilling activities and the drilling fluids maintain stability of the well bore. Furthermore, they must transform themselves in a specie of gel to hold the cuttings when there are the drilling activities stops and still they must have the capacity of broke the state of gel and start to circulate in a drilling column when the drilling activities starts again. These activities mustn't implicate the formation shale or raise big perturbations in the annular space of the well bore. A lot of these drillings fluids aggregate additives which, in major or less degree have characteristics of toxicity, corrosion, or hazardous to the environmental. In another hand, drilling fluids generally have in his constitution substances which can delay in some degree the occurrence of undesirable phenomena (hydrates formation). In these cases, the constituents are call inhibitors of hydrates formation (thermodynamic or kinetics inhibitors). In this paper, it is intended to show the advantages and disadvantages of various constituents of the drilling fluids, in their amount classifications (based oil, based gas, based water and synthetics fluids). It is intended indeed, to raise information which shows us the way to find a optimal formulation of drilling fluids, non-hazardous to the environment. At the end of this paper, it will be showed some proposal of formulation of these fluids.

*Well security, Drilling Fluids, Environment.*

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste artigo.