



## Estudos preliminares sobre a formulação de um fluido de perfuração à base água

Ana Karla Costa de Oliveira<sup>2</sup>, José Jandson Vieira da Silva<sup>1</sup>, Patrício Abraão Clemente<sup>1</sup>, Ricardo Clemente Abraão<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Alunos Bolsistas do programa PFRH-ANP Instituto Federal do Rio Grande do Norte campus Natal-Central. e-mail: patricio.clemente@hotmail.com – ricardo.abraaorca@yahoo.com.br – jandsonvieira1@hotmail.com

<sup>2</sup>Professora do IFRN – Campus Natal-Central. e-mail: ana.karla@eq.ufrn.br

**Resumo:** A escolha de fluidos de perfuração de poços de petróleo e gás natural, bem como a avaliação do desempenho desses fluidos durante a operação é muito importante na fase exploratória e também de desenvolvimento do campo. Esses fluidos têm por funções principais carrear o cascalho gerado na perfuração, resfriamento da broca, manutenção da estabilidade do poço, bem com controle da pressão para evitar a entrada de fluxo de óleo, gás ou água proveniente das rochas perfuradas. O fluido à base de água, objetivo do presente estudo, apresenta vantagens em relação aos outros por apresentar baixo custo, boa biodegradabilidade e baixo impacto ambiental. Nesse âmbito, com um vasto estudo realizado sobre os constituintes já utilizados na preparação e de suas respectivas funções nos fluidos de perfuração este trabalho teve por foco estudar as características dos fluidos de perfuração base água, a partir de seus constituintes (adensante, viscosificante, controlador de pH, inibidor, redutor de filtrado) básicos visando chegar a uma proposta de formulação com constituintes de fácil acesso e favoráveis ambientalmente. Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios, levando-se em conta que se conseguiu formular a preparação do fluido em estudo desejado, para em seguida realizar análises com vistas no melhoramento e eficiências de suas funcionalidades básicas. As quantidades envolvidas são 25g de sulfato bário, 0,5 g de hidróxido de potássio, 9g de cloreto de potássio, 300ml de água, 1,5 g de bentonita, 0,5g de carboximetilcelulose.

**Palavras-Chave:** Análise de fluidos, Fluido de Perfuração, Propriedades dos Fluidos

### 1. INTRODUÇÃO

A perfuração de poços é realizada desde tempos remotos com a finalidade de encontrar água. A busca intensiva por petróleo começou no Século XIV com a industrialização e, conseqüente, aumento da demanda mundial por derivados de petróleo. Inicialmente, os poços eram perfurados por métodos à percussão, em baixa profundidade e com o uso de água ou suspensões formadas com argilas locais, como fluidos de perfuração. (BALTAR & LUZ, 2008). A literatura registra que o uso de aditivos, como tentativa de controlar as propriedades de um fluido de perfuração, ocorreu pela primeira vez no ano de 1921 (DARLEY e GRAY, 1988).

Os fluidos de perfuração são misturas complexas de sólidos, líquidos, produtos químicos e, por vezes, até gases. Do ponto de vista químico, eles podem assumir aspectos de suspensão, dispersão coloidal ou emulsão, dependendo do estado físico dos componentes (THOMAS, 2004). Esses fluidos são comumente classificados com relação ao seu componente principal que constitui a fase contínua ou dispersante, que pode ser água, óleo ou gás, sendo chamado de fluido à base de água ou fluido à base de óleo, quando essa fase dispersante é constituída respectivamente por água ou o óleo. As propriedades de controle dos fluidos podem ser físicas ou químicas. As propriedades físicas são mais genéricas e são medidas em qualquer tipo de fluido, enquanto que as químicas são mais específicas e são determinadas para distinguir certos tipos de fluidos, o estudo dessas propriedades é de fundamental importância para que haja uma melhor interação entre o fluido de perfuração e o sistema a ser perfurado, bem como a melhora das funções específicas do fluido e a diminuição de riscos ambientais.

Assim, o fluxo do fluido de perfuração é constantemente acompanhado no poço para garantia de uma boa performance de trabalho, evitando reboco de baixa qualidade, dano de formação, má circulação, formação de hidratos e ocorrência de kicks; esse monitoramento



indicará possíveis modificações químicas no fluido através de aditivação ou diluição no sistema. Enfim, o fluido tem que ter na sua composição substâncias que confirmam a ele uma performance adequada no que diz respeito à sua funcionalidade na perfuração da rocha com segurança e qualidade (MELO, 2008).

Os fluidos à base de óleo (NAF – Non Aqueus Fluid), apesar de apresentarem características favoráveis como lubricidade, estabilidade em folhelhos e controle de filtrado, são industrialmente mais caros e não são a alternativa ambiental mais adequada (ALMEIDA e SILVA, 2010). Devido os fluidos à base água (WBF- Water Basead Fluid) apresentarem uma série de características ambientalmente mais favoráveis, atenderem a uma grande quantidade de fatores necessários para auxiliar o carreamento dos cascalhos, resfriamento da broca, cimentação das paredes e uma série de requisitos técnicos que podem ser modificados no próprio fluido, através de testes, este foi o tipo de fluido escolhido para objeto de estudo aqui descrito.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo a formulação de um fluido de perfuração à base água, em laboratório, para estudo e caracterização das suas propriedades, tendo como metodologia principal um estudo detalhado dos vários tipos de viscosificantes, inibidores, controladores de pH, adensantes mais favoráveis à aplicabilidade em questão. A etapa é seqüenciada com a realização do fluido e caracterização deste com equipamentos já existentes na Universidade Federal do RN, no Departamento de Engenharia Química, que gentilmente apoia o trabalho, com as substâncias selecionadas da pesquisa realizada.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 – Revisão da Literatura**

Um estudo detalhado foi realizado para concepção da funcionalidade e características dos fluidos de Perfuração. Estes, são definidos como dispersões fluidas constituídas de duas fases: uma dispersante aquosa e outra dispersa constituída de produtos sólidos ou líquidos, ativos ou inertes. A complexidade do fluido depende da natureza dos produtos dispersos e das funções necessárias. As propriedades mais importantes e freqüentemente medidas na sonda são a densidade, as leituras reológicas, a força gel (inicial e final), os parâmetros de filtração e o teor de sólidos (GRAY & DARLEY, 1981). Ressalta-se que tais propriedades encontram-se principalmente relacionadas ao desempenho operacional dos fluidos (SANTOS, 2005). Para analisar e em seguida caracterizar as propriedades do fluido a ser preparado foi feita uma expressiva revisão da literatura a cerca dos constituintes citados na tabela 1 e em seguida foi designado o tipo de fluido a ser elaborado e quais constituintes foram selecionados para compor aditivamente. Os citados aditivos existentes no fluido de perfuração são adensante, viscosificante, controlador de pH e inibidor; porém, nestas lamas, o componente dominante é a água, que normalmente estará parcialmente ou inteiramente saturada com aditivos, tais como sais, ácidos, álcalis, álcoois ou polímeros e também substâncias em suspensão como argila, barita (sal insolúvel de  $BaCO_3$ ) e por vezes cascalhos resultantes de perfuração dissolvidos (SANTOS, 2005).

**Tabela 1 - Aditivos mais utilizados nos fluidos de perfuração.**

Aditivos	Função	Efeito no Fluido
Hidróxido de potássio, hidróxido de sódio, Cal hidratada.	Controlar o pH	Controla a corrosão dos equipamentos de perfuração
Barita, Hematita, Chumbo.	Controlar a densidade.	Aumenta a densidade a fim de controlar pressões naturais exercidas no poço
Carboximetilcelulose (CMC), bentonita, Goma de Xantana.	Agentes viscosificantes.	Aumenta a viscosidade e melhora os parâmetros reológicos
Polisfosfatos, lignita, lignosulfonatos.	Agentes dispersantes	Varia as propriedades reológicas e a espessura do reboco
Bentonita, CMC, Amido	Redutores de filtrado	Diminui a invasão de filtrado na formação argilosa
Cal, soda caustica, paraformaldeídos.	Bactericidas	Preveni a degradação bacteriana de aditivos orgânicos
Cloreto de potássio, cloreto de sódio.	Inibidores	Redução do escoamento hidráulico

## 2.2 – Preparação do fluido

A amostra de fluido formulada pode ser concebida com o auxílio do equipamento Hamilton Beach (Figura 1). Para preparação do fluido adiciona-se água deionizada no misturador e, por conseguinte, medem-se as quantidades dos seguintes componentes: bentonita, cloreto de potássio, hidróxido de sódio, barita e polímero CMC; os aditivos são inseridos no misturador, sob agitação intensa, para assim completar a composição do fluido. As medidas de massa dos componentes devem ser previamente determinadas a partir de cálculos adequados. Na pesquisa realizada, já foi possível contactar um grupo de trabalho que comporta um misturador HAMILTON, nas instalações do Departamento de Engenharia Química, auxiliando na realização do trabalho.



Figura 1 - Foto de um misturador HAMILTO - Fonte: ALMEIDA, 2010



## **2.3 – Principais análises físico –químicas do Fluido de Perfuração**

### **2.3.1 - Físicas**

#### ***Densidade***

Os limites de variação da densidade dos fluidos para perfuração são determinados de acordo com as pressões de poros e pressão de fratura das formações expostas.

#### ***Parâmetros reológicos***

O fluxo do fluido segue um modelo reológico, cujos parâmetros vão influir diretamente no cálculo de perdas de carga na tubulação e velocidade de transporte dos cascalhos.

#### ***Teor de sólidos***

Deve ser mantida no mínimo possível, pois seu aumento implica modificações das propriedades do fluido como: densidade, viscosidade e forças géis;

#### ***Resistividade elétrica***

É a capacidade de um corpo qualquer se opor à passagem de corrente elétrica pelo mesmo, quando existe uma diferença de potencial aplicada.

### **2.3.2 – Químicas**

#### ***pH***

É medido através de papel indicador ou potenciometria (pHmetro); O pH do fluido é mantido preferencialmente entre 7 e 10.

#### ***Cloretos e salinidade***

É medido através de análise volumétrica de precipitação feita por titulação dos íons cloretos. A salinidade é expressa em mg/L de cloretos, NaCl e KCl equivalente.

#### ***Teor de sólidos ativos (MBT)***

É uma análise volumétrica por adsorção que serve como indicador da quantidade de sólidos ativos ou bentoníticos no fluido de perfuração.

#### ***Dureza [Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>]***

Volumetria de complexação com EDTA.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após vasta revisão da literatura, foi possível realizar a formulação para o fluido de perfuração à base água, através de reagentes de fácil acesso, e, favoráveis ambientalmente. As proporções indicadas são resultados de uma ampla pesquisa que irá ser base de testes iniciais. Estes aditivos cumprirão as diferentes funções necessárias à funcionalidade do fluido. São elas: adensante, viscosificante, controlador de pH, inibidor, redutor de filtrado. Na tabela 2, pode-se verificar os componentes do fluido, proporções, função e descrição de cada componente.

Tabela 2- Formulação do Fluido estudado.

Componente	Sigla	Procedência	Função
Barita	BaSO <sub>4</sub> (25g)	Por apresentar uma alta inércia química e densidade 4,5g/cm <sup>3</sup> é frequentemente utilizado na composição dos fluidos de perfuração como agente modificador de densidade. O aumento dessa densidade ajuda na estabilização da coluna de perfuração e na resistência às pressões hidrostáticas a que o poço estará submetido.	Adensante
Hidróxido de Potássio	KOH (0,5g)	O hidróxido de potássio é amplamente utilizado na constituição dos fluidos por possuir a característica de aumentar o potencial hidrogeniônico (pH), o que é quase sempre desejável nas operações de perfuração, pois reduz a corrosão do equipamentos empregados e a dispersão de formações argilosas. Nos fluidos de perfuração o pH varia de 7 a 10, classificando-os como alcalino baixo.	Controlador de pH
Cloreto de Potássio	KCl (9g)	Empregado nos fluidos se perfurações como inibidores de expansão ou inchaço das argilas, estes apresentam a propriedade de amenizar as trocas ocorridas entre as moléculas de água e os cátions presentes nas argilas, diminuindo assim o risco dos poros do poço serem obstruídos e sua permeabilidade ser	Inibidor

consideravelmente reduzida.

Água Destilada	H <sub>2</sub> O (300mL)	São sistemas dispersantes e com baixo valor de pH, algo em torno de 7,0 e 9,5. Nesta subdivisão se incluem as lamas a base de bentonitas, de baritas, de fosfatos, alguns tipos de lamas orgânicas e outras.	Dispersante
Bentonita	Argilas (1,5 g)	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) (GUIMARÃES, 2007).	Viscosificante
Polímero	CMC Carboximetilcelulose (0,5g)	Viscosidade baixa, reduz o filtrado, proporcionando melhores condições reológicas ao fluido.	Redutor de Filtrado

#### 4. CONCLUSÕES

As pesquisas foram satisfatórias, já que a equipe conseguiu unir ao máximo as informações necessárias para formulação do fluido de perfuração à base água com reagentes de baixo custo e fácil acesso, menos agressivo ambientalmente e com boa funcionalidade; pretende-se dessa forma elaborá-lo, caracterizá-lo e, em sequência, adquirir técnicas de aditivação para melhoramento da eficiência deste. A entrega do Laboratório de Petróleo e Gás no IFRN Natal-Central, que está em vias de construção, facilitará os testes realizados no fluido. A parceria com a UFRN também justifica a realização e continuidade do trabalho por disponibilizar, caso seja necessário, o equipamento HAMILTON para realização do fluido.



## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao programa Petrobrás de formação de recursos humanos PFRH pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. D. F. SILVA, W. G. A. L. **Avaliação de Fluidos de Perfuração de Base Aquosa Contendo Poliglicóis Modificados**. Monografia. 62p. – Escola Politécnica Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

AMORIM, L.V., **Melhoria, Proteção e Recuperação da Reologia de Fluidos Hidroargilosos para uso na Perfuração de Poços de Petróleo**, Tese de D.Sc., CCT/UFCEG, Campina Grande, 2003.

AMORIM, L. V.; FARIAS, K. V.; VIANA, J. D.; BARBOSA, M. I. R.; Pereira, E. FRANÇA, K. B.; Lira, H. L.; Ferreira, H. C. **Fluidos de perfuração à base de água**. Parte I: Efeitos de adições poliméricas nas propriedades reológicas. UFCEG – Departamento de Engenharia Química. 128-138. Cerâmica 51 (2005) .

BALTAR, C.A.M., LUZ, A.B., **Insumos minerais para perfuração de poços de petróleo**. – Rio de Janeiro: CETEM/UFPE, 2003. 91 p.

CARVALHO, A. L. **Processamento de Lamas de Perfuração (Lama à base água e Lama à base óleo)**. INICIAÇÃO CIENTÍFICA – Universidade Federal de Itajubá – PRH – PROGRAMA DE RECURSOS HUMANOS – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, 2005.

FREITAS, J. C. O. **Fluidos de Perfuração**. Notas de aula – INSTITUTO DE QUÍMICA, QUÍMICA DO PETRÓLEO - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RN, 2011.

GRAY, G. R.; DARLEY, H.C.H.; **Composition and Properties of Oil Well Drilling Fluids**, 1985 509p.

GUIMARÃES, I. , ROSSI, L.F. S. **Estudo dos Constituintes dos Fluidos de Perfuração: Proposta de uma Formulação Otimizada e Ambientalmente Correta**. 4o PDPETRO, Campinas, 21-24 de Outubro de 2007.

MELO, K. C. **Avaliação e Modelagem Reológica de Fluidos de Perfuração Base Água**.. Dissertação de Mestrado. 100p. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2008.

THOMAS J.E. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 2001. 271p.