

IMPORTÂNCIA, INFLUÊNCIA E EVOLUÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA BENTONITA EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO DE POÇOS DE PETRÓLEO

Ayrton Oliveira Abrantes¹; Lariza Alves Pontes²; Marcos Mesquita da Silva³

¹ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica - ayrtonabrantes@hotmail.com

² Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Química - laraap_11@hotmail.com

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba; Coordenação de Petróleo e Gás
marcos.silva@ifpb.edu.br

RESUMO

Tendo em vista a enorme importância atribuída ao papel do fluido de perfuração (comumente chamado de lama de perfuração) em operações de perfuração de poços de petróleo, este artigo tem como objetivo reunir as principais informações sobre o seu comportamento a partir de sua formulação utilizando a bentonita como componente do mesmo. O uso da bentonita tem como principal meta modificar as propriedades reológicas do fluido de perfuração, influenciando, dessa forma, alguns parâmetros do poço, como a limpeza a partir do transporte de cascalhos e o caráter tixotrópico do fluido, entre outros. Os fluidos base água que utilizam a bentonita como principal componente ainda são os mais utilizados e produzidos no Brasil e no mundo, em virtude da melhor relação custo/benefício em comparação com outros tipos de fluidos utilizados com esta finalidade. Assim, pretende-se que o estudo aqui apresentado explicita conhecimentos importantes aos profissionais da área e possa proporcionar uma reflexão crítica a respeito do tema, o qual possui grande relevância na indústria petrolífera, confrontando resultados publicados.

Palavras-chave: fluido de perfuração, bentonita, reologia.

1. INTRODUÇÃO

Diferentes autores possuem diferentes definições de fluidos de perfuração. Para Thomas [2001] o fluido de perfuração é uma mistura complexa de sólidos, líquidos, produtos químicos e, por vezes até de gases. Do ponto de vista químico, eles podem assumir aspectos de suspensão, dispersão coloidal ou emulsão, dependendo do estado físico dos componentes. O Instituto

Americano de Petróleo (API) define fluido de perfuração, qualquer fluido circulante capaz de tornar a operação de perfuração viável. Podemos observar então, a impossibilidade de se perfurar um poço petrolífero sem a utilização de um fluido de perfuração, buscamos então, uma composição que proporcione o melhor custo benefício para a operação.



II CONEPETRO

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

Conforme sugerido por FERREIRA [2002], pode-se dividir as lamas em quatro tipos básicos: à base de água; à base de óleo; à base sintética e à base de gás. Os três primeiros tipos encontram grande aplicação na indústria *offshore*, enquanto o último é basicamente empregado na perfuração terrestre.

A proporção entre os componentes básicos e as interações entre eles provocam sensíveis modificações nas propriedades físico-químicas do fluido. Consequentemente, a composição é o principal fator a considerar no controle de suas propriedades [THOMAS, 2001]. Procura-se dessa forma melhorar a velocidade de perfuração, a segurança e a completção satisfatória do poço através dessas alterações.

A bentonita é utilizada na composição dos fluidos de perfuração como um aditivo argiloso para controlar e melhorar suas propriedades, principalmente para alterar a viscosidade, reduzindo consideravelmente o atrito entre o fluido e as paredes dos tubos de perfuração. A bentonita proporciona também propriedades tixotrópicas ao fluido, ou seja, a viscosidade varia de acordo com o grau de movimentação do mesmo, o que é de grande importância, por exemplo, em caso de problemas operacionais que se necessite de uma pausa na movimentação do fluido, provocando a formação de um gel espesso

que impede o retorno dos detritos para o fundo do poço e uma consequente obstrução da broca e do poço. Quando a movimentação é reiniciada, o fluido retorna ao seu estado anterior, mais fino.

1.1. Características da bentonita e suas reservas nacionais

A bentonita é um mineral constituído essencialmente por argilominerais do grupo das esmectitas e origina-se mais frequentemente das alterações de cinzas vulcânicas.

O termo bentonita foi dado às argilas plásticas inicialmente encontradas na região de Fort Benton, Wyoming, EUA. Estas argilas apresentam a propriedade de aumentar várias vezes o seu volume inicial na presença de umidade [SOUZA SANTOS, 1989].

As bentonitas caracterizam-se por apresentar alguns aspectos e propriedades, como: possuir partículas muito finas; alta capacidade de troca catiônica; elevada carga superficial; elevada área superficial e inchamento quando em presença de água, como já foi citado. Essas características resultam em propriedades que determinam o seu uso industrial. Dentre as principais utilizações desta argila, está sua participação como componente de fluidos utilizados para perfuração de poços de petróleo. [ALBARNAZ, 2009].

www.conepetro.com.br

br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

De acordo com o Sumário Mineral [2011], as reservas mundiais de bentonita são abundantes e por isso suas estimativas não vem sendo publicadas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Já no Brasil, as reservas lavráveis nacionais são de 31.388 x 10³ toneladas (t). As principais jazidas de bentonita em operação no Brasil estão localizadas no estado da Paraíba no município de Boa Vista. Localmente, essas argilas recebem denominações de: chocolate; verde lodo, vermelha; sortida ou mista e bofe ou leve [LUZ et al., 2001].

1.2. A bentonita na composição do fluido de perfuração

De acordo com Darley e Gray [1988], as funções da bentonita, quando usada como fluido de perfuração são:

- (i) refrigerar e limpar a broca de perfuração;
- (ii) reduzir a fricção entre o colar da coluna de perfuração e as paredes do poço;
- (iii) auxiliar na formação de uma torta de filtragem nas paredes do poço, de baixa permeabilidade, de forma a controlar a perda de filtrado do fluido de perfuração, contribuindo para evitar o desmoronamento do poço;
- (iv) conferir propriedade tixotrópica à lama de perfuração, ajudando a manter em suspensão as partículas sólidas, principalmente, quando cessa, temporariamente, o movimento da

coluna de perfuração ou o bombeamento da lama de perfuração;

(v) conferir viscosidade à lama de perfuração, para auxiliar no transporte dos cascalhos do fundo do poço para a superfície. As argilas organofílicas (bentonitas modificadas com surfactantes-sais orgânicos de aminas quaternárias) são usadas em fluidos de emulsão inversa, onde a fase contínua é constituída por óleo mineral de baixa toxidez, N-Parafina. Esse tipo de fluido é recomendado para aplicações especiais, em poços que atravessam formação contendo camadas de folhelho.

2. METODOLOGIA

É almejado por todos que o conhecimento teórico adquirido seja empregado na prática, entretanto muitas vezes é necessário que exista um material de alta acessibilidade e que contenha informações relevantes a respeito do que se deseja estudar e se aprofundar, de forma a guiar engenheiros e técnicos, para que a aplicação prática seja bem-sucedida, sendo este o incentivo base para o desenvolvimento deste artigo.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi realizada baseada no levantamento de dados bibliográficos, condensando informações importantes acerca do tema tratado, utilizando-se também da coleta de dados

científicos já publicados como referência, porém, permitindo uma nova linha sobre o assunto, que possa servir de consultas futuras para estudantes e profissionais da área, tomando este material como referência inicial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Importância e influência do uso da bentonita nos fluidos de perfuração

As bentonitas encontradas na região Nordeste do são cálcicas e estão localizadas nos municípios de Boa Vista, Pedra Lavada e Cubati no Estado da Paraíba e no município de Vitória da Conquista, na Bahia [LUZ & OLIVEIRA, 2008]. A Paraíba apresenta diferentes tipos de bentonita, com colorações diferentes que são denominadas como: verde-lodo, chocolate, choco-bofe e bofe. A bentonita verde lodo apresenta o maior potencial para uso em lamas de perfuração [BALTAR *et al.*, 2003]. A Tabela 1 apresenta a composição química da argila verde-lodo.

Tabela 1 – Composição química da bentonita do tipo verde-lodo.

Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	SiO ₂	Outros
20,5	9,2	1,3	2,3	53,6	13,1

Fonte: Baltar *et al.* [2003-a] modificada.

Os fluidos à base de água são amplamente utilizados em operações de perfuração de poços, entretanto, em situações especiais, como abertura de poços em altas

pressões e temperaturas ou em perfurações de folhelhos arenosos que são sensíveis ao contato com a água, torna-se necessária a utilização de fluidos de perfuração base óleo [MAHTO & SHARMA, 2004]. Nestes casos, as argilas bentoníticas não podem ser usadas sem um prévio tratamento orgânico para que suas superfícies se tornem hidrofóbicas, pois naturalmente seu estado é hidrofílico [SOUZA SANTOS, 1989]. Uma vez tratadas, somente podem ser dispersas em meios orgânicos, não interagindo com água. Estas argilas depois de tratadas são chamadas de argilas organofílicas, e são obtidas tradicionalmente através de dois métodos, a adição, em meio aquoso, de um tensoativo, geralmente iônico, que substitui o íon Na⁺ na estrutura do argilomineral [VAN OLPHEN, 1991] ou por adsorção, também em meio aquoso, de um tensoativo, geralmente não iônico, na superfície do argilomineral [SHEN, 2001].

A bentonita a ser utilizada para o preparo da lama tixotrópica deve atender as seguintes especificações (Tabela 2 e Tabela 3):

Tabela 2: Especificações da bentonita a ser utilizada em lamas de perfuração

Resíduos em peneira n° 200	1%
Teor de umidade	15%
Limite de liquidez	440
Viscosidade Marsh	40



1500/1000 da suspensão a 6° em água destilada	
Decantação da suspensão a 6% em 24 horas	2%
Água separada por presso-filtração de 450 cm ³ da suspensão a 6% nos primeiros 30 min., à pressão de 0,7MPa (7 kg/cm ²)	18cm ³
pH da água filtrada	7 a 9
Espessura do “cake” no filtro prensa	2,5mm

Fonte: NBR 6122 (1996).

Tabela 3: Parâmetros exigidos para utilização da lama

Parâmetros	Valores	Equipamento para ensaio
Peso Específico	1,025 a 1,10 g/cm ³	Densímetro
Viscosidade	30 a 90	Funil Marsh
pH	7 a 11	Papel de pH
“Cake”	1,0 a 2,0mm	“filter press”
Teor de areia	Até 3%	“baroid sand contente” ou similar

Fonte: NBR 6122 (1996).

A bentonita então, por ser um aditivo viscosificante, atribui viscosidade à lama de perfuração, uma propriedade importantíssima para que o fluido exerça sua função de

maneira satisfatória, atendendo as necessidades, sendo assim, o controle da mesma é imprescindível para o sucesso das operações de perfuração. O fluido tem como uma de suas funções suspender e transportar até a superfície, os detritos resultantes da ação da broca giratória sobre a rocha. Essa ação é facilitada com a viscosidade do fluido. Em geral maiores viscosidades implicam melhor transporte de cascalhos cortados para a superfície [M-I&SWACO, 2001]. Entretanto, seria necessário um maior consumo de energia para o bombeamento e a dificuldade de remoção dos detritos para descarte durante limpeza da lama é aumentada proporcionalmente à densidade da mesma. Sendo então, necessário estabelecer critérios para que a lama possua as características ideais e atenda as exigências, satisfazendo também a capacidade dos equipamentos disponíveis. A viscosidade é, portanto, controlada através do controle da quantidade de adição e dos parâmetros da bentonita na lama de perfuração.

A bentonita apresenta um inchamento muito acentuado quando na presença de água, por isto antes da utilização da lama na escavação é necessário um período de pelo menos 12 horas para que seja atingido o total inchamento da bentonita. Este tempo é chamado maturação. Durante a maturação da lama, esta, deve ser mantida em agitação.

A lama bentonítica é preparada em uma instalação especial denominada central de lama, onde se faz a mistura da bentonita (transportada em pó), com uma concentração variando de 25 a 70 kg de bentonita por metro cúbico de água, em função da viscosidade e da densidade que se pretende obter. Na central há um laboratório para controle de qualidade, parâmetros exigidos pela Norma Brasileira de Projeto e Execução de Fundações [NBR 6122].

3.2. Evolução histórica da utilização da bentonita nos fluidos de perfuração

A primeira comercialização de bentonita de Wyoming (EUA) foi realizada em pequenas quantidades, que foram exploradas e desenvolvidas na área de River Rock durante a década de 1880.

Segundo Amorim et al [2005], no Brasil, as primeiras reservas de bentonita foram descobertas em Boa Vista, PB, na década de 60. Até a década de 60, o Brasil importava toda a bentonita utilizada em fluidos de perfuração. Hoje, as jazidas de Boa Vista, PB tornam o país praticamente auto-suficiente em argilas bentoníticas, sendo responsável por 88% de toda a produção de argila bruta e beneficiada do Brasil [OLIVEIRA, 2004].

De 2005 para 2006, a produção brasileira de bentonita beneficiada aumentou

6,4%, ou seja, de 221 mil t para 236 mil t. O consumo aparente de bentonita beneficiada, em 2006, foi de 222 mil t. As importações resultaram em déficit comercial de US\$ 13,5 milhões. [RESENDE et al., DNPM/2007]. O estado da Paraíba mantém-se como o principal produtor, contribuindo em 2013, com 65,8% de toda a bentonita produzida no País [SILVA et al, DNPM/2014].

De acordo com o Sumário Nacional [2011], a produção de bentonita bruta no Brasil em 2010 aumentou sensivelmente, alcançando um patamar de 531.696 t. Isso representa um aumento de produção de 101,2% em comparação com o ano anterior, e indica um aumento de dinamismo dos compradores, que são essencialmente nacionais. Do total produzido, a Paraíba produziu 79,34%, a Bahia produziu 15,12%, São Paulo 4,69%.

Em 2012, foram produzidas, mundialmente, cerca de 10,3 milhões de toneladas, sendo que grande parte foi concebida nos Estados Unidos, e no Brasil apenas 4,99% da produção, cerca de 513 mil toneladas [SILVA et al, DNPM/2013].

4. CONCLUSÕES

A utilização da bentonita como um dos componentes principais de alguns fluidos de perfuração, ainda se apresenta como uma

opção das mais adequadas na preparação de fluidos base água ao longo dos anos na tecnologia das perfurações, pois apresenta eficiência nas funções a que se destina no fluido de perfuração, é um material de custo relativamente baixo quando comparado a outros componentes, além disso é o tipo de fluido que menos causa impactos ao meio ambiente. O fluido bentonítico, quando aplicado corretamente, oferece ao poço a capacidade de mínima alteração no terreno que o circunda no curso da perfuração, como consequência da continuidade da ação estabilizante desse tipo de fluido.

Observamos que a bentonita é a responsável pela tixotropia do fluido de perfuração e é esta propriedade que garante principalmente a limpeza do poço e a perfuração de grandes profundidades através da suspensão dos detritos quando ocorre a parada da coluna de perfuração evitando o seu aprisionamento. A quantidade utilizada de bentonita nos fluidos de perfuração deve ser criteriosamente controlada para que se alcancem especificações desejadas e esta quantidade é dependente das especificações de cada tipo de argila bentonítica.

No caso do uso de bentonita em fluidos de base óleo, é necessário a sua transformação de argila hidrofílica para hidrofóbica através de um tratamento de troca de seus cátions

adsorvidos por compostos orgânicos para que, desta forma, a argila possa se unir ao óleo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBARNAZ, L. D. T.; *A jazida de bentonita de Bañados de Medina, Melo Uruguai. Geologia, Mineralogia e aplicações industriais.* Dissertação de Mestrado, Universidade federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Porto Alegre, 2009.

AMORIM, L. V.; FARIAS, K. V.; VIANA, J. D.; BARBOSA, M. I. R.; PEREIRA, E.; FRANÇA, K. B.; LIRA, H. L.; FERREIRA H. H.; *Fluidos de perfuração à base de água. Parte I: Efeitos de adituações poliméricas nas propriedades reológicas.* Cerâmica, v. 51, p. 129, 2005

BALTAR, C. A. M.; LUZ, A. B.; OLIVEIRA, C. H. & ARANHA, I. B., *Insumos Minerais para a Perfuração de Poços de Petróleo.* CETEM/UFPE, 2003

DARLEY, H. C. H., GRAY, G. R., *Composition and Properties of Drilling and Completion Fluid.* Gulf Publishing Company, 1988.

FERREIRA, M. I. P., *Impactos Ambientais Associados ao Emprego dos Fluidos de Perfuração.* COPPE / UFRJ, 2002.

LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; LINS, F. F. **Usinas de Beneficiamento de Minérios do Brasil**. Centro de Tecnologia Mineral, 2001

LUZ, A. B. & OLIVEIRA, C. H., **Rochas & Minerais Industriais**. CETEM/MCT, 2008

MAHTO, V., SHARMA, V.P., **Rheological study of a water based oil well drilling fluid**. Journal of Petroleum Science and Engineering, p. 123 – 128, 2004.

NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-de-edificios/nbr-06122-1996-projeto-e-execucao-de-fundacoes>. Data de acesso: 04 de março de 2016.

OLIVEIRA, M.L., Bentonita, Disponível em: www.dnmp.gov.br. Data de acesso: 06 de março de 2016.

RESENDE, M. M., SILVA, L. R., CANO, T. M.; **Bentonita. Sumário Mineral DNPM**. USGS, 2007.

SHEN, Y., **Preparations of Organobentonite using Noionic Surfactans**. Chemosphere, 2001.

SILVA, T. H. C.. Bentonita. Sumário Mineral 2013, Disponível em: www.dnmp.gov.br.
Data de acesso: 06 de março de 2016

SILVA, T.H.C.; **Bentonita. Sumário Mineral DNPM**. USGS, 2014

SOUZA SANTOS, P., **Ciência e Tecnologia de Argilas**. Edgard Blücher LTDA, 1989.

SUMÁRIO MINERAL, 2011. Disponível em <http://www.dnmp.gov.br/dnmp/sumarios/sumario-mineral-2011>. Data de acesso: 05 de março de 2016

THOMAS, J. E. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo, 2ª Edição**. Interciência, 2001.

VAN OLPHEN, H., **An introduction to clay colloid chemistry**. Krieger Publishing Company, 1991.