



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

JACKSON FERNANDES DA SILVA

**ACOMPANHAMENTO E EXECUÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE TESTES EM
FLUIDOS DE PERFURAÇÃO E COMPLETAÇÃO DE POÇOS DE PETRÓLEO NO
LABORATÓRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO**

MOSSORÓ-RN
2014

JACKSON FERNANDES DA SILVA

**ACOMPANHAMENTO E EXECUÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE TESTES EM
FLUIDOS DE PERFURAÇÃO E COMPLETAÇÃO DE POÇOS DE PETRÓLEO NO
LABORATÓRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO**

Trabalho de final de graduação apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido –
UFERSA, Campus Mossoró, Departamento de
Ciências Ambientais e Tecnológicas para a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
de Petróleo.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo César Santiago
– UFERSA.

MOSSORÓ-RN
2014

O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade de seus autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

S586a Silva, Jackson Fernandes da.

Acompanhamento e execução de procedimentos de testes em fluidos de perfuração e completação de poços de petróleo no laboratório da Universidade Federal Rural do Semi-Árido./ Jackson Fernandes da Silva-- Mossoró, 2014.

51f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo César Santiago

Monografia (Graduação em Engenharia de Petróleo) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Graduação.

1. Fluidos de perfuração. 2. Laboratório. 3. UFERSA – Petróleo. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT /511-14

CDD: 622.338

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba
CRB-15/452

JACKSON FERNANDES DA SILVA

**ACOMPANHAMENTO E EXECUÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE TESTES EM
FLUIDOS DE PERFURAÇÃO E COMPLETAÇÃO DE POÇOS DE PETRÓLEO NO
LABORATÓRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Departamento de Ciências Ambientais e
Tecnológicas para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Petróleo.

Data da defesa: 24 / Julho / 2014

Rodrigo César Santiago

Prof. Dr. Rodrigo César Santiago - UFERSA
Presidente

Keila Regina Santana

Prof^a. Dra. Keila Regina Santana - UFERSA
Primeiro Membro

Regina Celia O. Brasil Delgado

Prof^a. Dra. Regina Celia de Oliveira Brasil Delgado - UFERSA
Segundo Membro

A minha família que sempre torceu por mim, em especial aos meus amados pais, José Alexandre e Maria Lucia Fernandes, que sempre me apoiaram em todos os momentos da minha vida, principalmente nessa caminhada tão árdua que é a busca do conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela ajuda e proteção, pela sua força e presença constante, e por me guiar à conclusão de mais uma etapa de minha vida;

A minha família, pelo apoio prestado, aos meus pais, José Alexandre e Maria Lucia Fernandes, pelo exemplo de vida, e pelos esforços que tem prestado para me manter nessa longa e difícil caminhada;

Ao professor orientador Rodrigo César Santiago que se mostrou sempre dedicado, e disposto a me ajudar todas as vezes que o procurei sem o qual não seria possível a realização deste trabalho;

A todos os meus professores que me ensinaram ao longo do curso Bacharelado em Engenharia do Petróleo;

Aos meus colegas de curso pelos laços de amizade que construímos durante essa jornada e que pretendemos manter durante nossas vidas. A Adriana Sales, Francisco Filho, Saulo Coelho, Rurbênia Siqueira, Maria Daniela pelo companheirismo e ajuda durante todo esse curso;

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), por todas as oportunidades que me foram dadas;

A Técnica de laboratório Daianni Ariane, pela ajuda dada durante a elaboração da pesquisa deste trabalho;

Aos demais amigos e familiares que, de uma forma ou de outra, contribuíram para que eu pudesse chegar até aqui.

"Aqueles que esperam no Senhor renovam as suas forças. Voam alto como águias. Correm e não ficam exaustos, andam e não se cansam."
(Isaías 40:31)

RESUMO

Os fluidos de perfuração são misturas complexas de sólidos, líquidos, produtos químicos e, por vezes, até gases. Eles podem assumir aspectos de suspensão, dispersão coloidal ou emulsão, dependendo do estado físico dos componentes, os mesmos devem ser especificados de forma a garantir uma perfuração rápida e segura, garantindo estabilidade química, estabilidade nas paredes do poço, separação dos cascalhos, manter os sólidos em suspensão, ser inerte a rocha produtora, aceitar tratamentos físicos e químicos, ser bombeável, apresentar baixo grau de corrosão e abrasão aos equipamentos, limpar o fundo do poço, exercer pressão para evitar influxos indesejáveis (kick) e resfriar e lubrificar coluna e broca. Então é de suma importância que o engenheiro de petróleo conheça bem as propriedades e características dos fluidos para saber qual o melhor a ser aplicado atentando sempre a questões como eficiência, custo e danos ambientais que possam vir a surgir ao utilizar determinado fluido, então é necessária uma boa estrutura de laboratório e aulas práticas para auxiliar os alunos a conhecer melhor os equipamentos e análises realizados nos fluidos. O objetivo desse trabalho é acompanhar atividades no Laboratório de fluido de perfuração e completação auxiliando em pesquisas de iniciação científica e nas aulas práticas das disciplinas que englobem o assunto.

Palavras-chave: Fluidos de perfuração. Laboratório. UFERSA

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Balança analítica e semi-analítica.....	21
Figura 2 - Hamilton Beach	23
Figura 3 - Balança Dessimétrica.....	25
Figura 4 - Viscosímetro FANN mod. 35	28
Figura 5 - Filtro prensa API (BTBP).....	32
Figura 6 - Kit Retorta	35
Figura 7 - Reagentes e soluções	48
Figura 8 - Aditivos para preparo de fluido de perfuração	48
Figura 9 - Preparação de fluido de perfuração e completção	49

LISTA DE SIGLAS

BTBP – Baixa Temperatura Baixa Pressão

LE – Limite de Escoamento

MBT – Teor de argila ativada

VA – Viscosidade Aparente

VP – Viscosidade Plástica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3	REFERENCIAL TEORICO	15
3.1	FLUIDO DE PERFURAÇÃO	15
3.2	PROPRIEDADES DOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO	16
3.3	CONTROLE DAS PROPRIEDADES DOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO	17
3.3.1	Parâmetros de Filtração	17
3.3.2	Parâmetros reológicos	17
3.3.3	Teor de sólidos.....	17
3.3.4	Densidade.....	18
3.3.5	Forças géis	18
4	MATERIAL E METÓDOS	20
4.1	PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DE LABORATÓRIO DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO E COMPLETAÇÃO E SEUS PROCEDIMENTOS DE UTILIZAÇÃO	20
4.1.1	Balança Analítica ou Semi-analítica	20
4.1.1.1	Equipamento:.....	21
4.1.1.2	Descrição do Método:.....	21
4.1.1.3	Manutenção:	22
4.1.1.4	Cuidados com o equipamento:.....	22
4.1.2	Agitador Hamilton Beach	23
4.1.2.1	Equipamentos:	23
4.1.2.2	Descrição do Método:.....	24
4.1.2.3	Resultados.....	24

4.1.2.4	Limpeza:	24
4.1.2.5	Manutenção:	24
4.1.2.6	Cuidados com o equipamento:.....	25
4.1.3	Balança Densimétrica	25
4.1.3.1	Equipamentos	25
4.1.3.2	Descrição do Método	26
4.1.3.3	Limpeza	26
4.1.3.4	Manutenção.....	26
4.1.3.5	Cuidados com o equipamento.....	27
4.1.4	Viscosímetro FANN mod. 35^a	27
4.1.4.1	Equipamentos	28
4.1.4.2	Acessórios Utilizados	28
4.1.4.3	Descrição do Equipamento	28
4.1.4.4	Descrição do Método para fluido a base água	29
4.1.4.5	Cálculos	30
4.1.4.6	Descrição do Método dos Géis:.....	30
4.1.4.7	Limpeza	31
4.1.4.8	Manutenção.....	31
4.1.4.9	Cuidados com o equipamento.....	31
4.1.5	Filtro prensa API (Baixa Pressão e Baixa Temperatura)	32
4.1.5.1	Equipamentos:	32
4.1.5.2	Acessórios utilizados	33
4.1.5.3	Descrição do Método	33
4.1.5.4	Resultados:.....	34
4.1.5.5	Limpeza	34
4.1.5.6	Manutenção.....	34
4.1.5.7	Cuidados com o equipamento.....	34
4.1.6	Kit Retorta.....	34
4.1.6.1	O Kit retorta é constituído por	35
4.1.6.2	Acessórios Utilizados	35
4.1.6.3	Descrição do Método	36
4.1.6.4	Os Resultados são expressos em percentagem	36
4.1.6.5	Limpeza	37
4.1.6.6	Manutenção.....	37

4.1.6.7	Cuidados com o equipamento.....	38
4.2	PRINCIPAIS ANÁLISES QUÍMICAS REALIZADAS NOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO.....	39
4.2.1	Alcalinidade em fluidos à base água – determinação da alcalinidade Pm e Pf.	39
4.2.1.1	Equipamentos e reagentes:	39
4.2.1.2	Descrição do Método	39
4.2.2	Salinidade em fluido base água – determinação de cloreto ou salinidade.....	40
4.2.2.1	Equipamentos e reagentes.....	40
4.2.2.2	Descrição do Método	40
4.2.2.3	Resultados.....	41
4.2.3	Determinação do Cálcio e Magnésio	41
4.2.3.1	Equipamentos e reagentes.....	41
4.2.3.2	Descrição do Método para a determinação do Cálcio	41
4.2.3.3	Resultados para a determinação do Cálcio	42
4.2.4	Determinação do pH (Papel Indicador).....	42
4.2.4.1	Equipamentos:	42
4.2.4.2	Descrição do Método com papel indicador	42
4.2.4.3	Resultados:.....	43
4.2.4.4	Cuidados com o equipamento:.....	43
4.2.5	Teor de Sólidos Ativos – MBT	43
4.2.5.1	Equipamentos e reagentes.....	43
4.2.5.2	Descrição do Método	44
4.2.5.3	Resultados.....	45
5	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	46
5.1	PREPARAÇÕES DE FLUIDO DE PERFURAÇÃO.....	46
5.2	CONTROLE DE REAGENTES E ADITIVOS	47
5.3	AUXÍLIO NAS AULAS PRÁTICAS	48
5.4	ACOMPANHAMENTO DE ALUNO DE GRADUAÇÃO	49
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
---	-----------

1 INTRODUÇÃO

A determinação das propriedades dos fluídos de perfuração e completção é de fundamental importância no acompanhamento do fluido durante sua aplicação no poço, para definição de tratamentos, e em trabalhos de pesquisa e desenvolvimento de novas formulações, então se faz necessário que o estudante de engenharia de petróleo tenha um amplo conhecimento nessa área de atuação.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido, é uma instituição de ensino e pesquisa, tendo, em seus espaços físicos, laboratórios que auxiliam os estudantes de graduação, mestrado e doutorado no processo de aprendizado e elaboração de trabalhos técnicos científicos. O laboratório de fluido de perfuração e completção, coordenado pela professora Keila Regina Santana do departamento de Ciência Ambientais e Tecnológicas pertencente ao curso de engenharia de petróleo é responsável a atender os alunos da instituição em aulas expositivas e praticas, pois é de suma importância ao engenheiro de petróleo conhecimento sobre os fluidos, também denominado lamas, que são empregados para auxiliar o processo de perfuração de poços. Atualmente, estão disponíveis diversos tipos de fluidos de perfuração, podendo os mesmo ser classificados como fluidos base água, óleo ou ar e cada tipo possuindo suas especificações e utilidades. Diante disso, torna-se necessário o conhecimento das características e propriedades dos mesmos, para que sejam utilizados com segurança nas atividades de perfuração.

2 OBJETIVOS

Neste tópico são descritos os objetivos principais e os específicos do referido trabalho.

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo desse trabalho é acompanhar atividades no Laboratório de fluido de perfuração e completção auxiliando em pesquisas de iniciação científica e nas aulas práticas das disciplinas que englobem o assunto.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são relacionados à execução de praticas e auxilio realizados no laboratório de fluido de perfuração e completção da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

- Aprender a manusear de forma correta e prática os equipamentos que serão utilizados durante as atividades realizadas no laboratório.
- Garantir a integridade e o bom funcionamento do laboratório.
- Presta assistência aos professores e alunos nas aulas práticas
- Realizar análises em fluidos de perfuração e completção.

3 REFERENCIAL TEORICO

Neste capítulo foi descrito uma base teórica sobre fluido de perfuração, características dos fluidos e principais propriedades do mesmo.

3.1 FLUIDO DE PERFURAÇÃO

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, 2001).

A classificação de um fluido de perfuração é feita em função da sua composição, baseando-se no constituinte principal da fase contínua ou dispersante, sendo classificados em: fluidos à base de ar ou de gás, fluidos à base de óleo e fluidos à base de água (THOMAS, 2001 apud BARBOSA, 2006).

Os fluidos à base de água têm sua definição baseada na natureza da água e nos aditivos empregados no preparo do fluido. Os aditivos provocam modificações nas propriedades físicas, químicas e reológicas do fluido de acordo com a proporção utilizada e as possíveis interações entre eles (Thomas, 2001). Grande parte do desenvolvimento dos fluidos de perfuração à base de água foi impulsionada principalmente para satisfazer condições de estabilidade e pressão do poço e remoção de detritos (SERRA, 2003).

Segundo Lummus e Azar (1986), os aditivos para fluidos são classificados em viscosificantes, agentes densificantes, redutores de viscosidade (defloculantes), redutores de perda de fluidos, emulsificantes e aditivos especiais. Os viscosificantes têm a função de aumentar a viscosidade do fluido, como a bentonita, atapulgita e polímeros naturais e sintéticos. Os agentes densificantes aumentam a densidade da lama, sendo a barita (BaSO_4) o mais utilizado. Os redutores de viscosidade (defloculantes ou dispersantes) e de perda de fluido são adicionados aos fluidos com a função de reduzir a viscosidade e o volume de filtrado, respectivamente. Os emulsificantes facilitam o mecanismo de dispersão de dois líquidos imiscíveis, estabilizando a emulsão. Como aditivos especiais, estão incluídos flocculantes, controladores de pH, antiespumantes, lubrificantes, dentre outros.

Os polímeros são usados em fluidos de perfuração desde 1930, quando foi introduzido para controle de filtrações. Desde então, a sua aceitabilidade vem aumentando à medida que se tornam cada vez mais especializados, compondo grande parte dos sistemas à base de água nos dias de hoje (PEREIRA, 2002 apud BARBOSA, 2006).

A principal razão para o desenvolvimento e utilização de compostos poliméricos (composições binárias e ternárias de polímeros), deve-se à possibilidade de combinar as propriedades de duas ou mais matérias-primas com características diferentes, visando obter um produto com propriedades adequadas. Em outras palavras, com a mistura de polímeros, é possível obter um composto que possibilite o desempenho adequado das propriedades do fluido (viscosidades aparente e plástica, limite de escoamento e volume de filtrado). (BARBOSA, 2006)

A escolha do polímero a ser utilizado para um determinado fim está associada às suas características específicas, que estão diretamente ligadas à estrutura química e ao tamanho da sua cadeia, além das propriedades que o fluido deve apresentar para que desempenhe de forma eficiente suas funções durante a operação de perfuração (Barbosa, 2004).

3.2 PROPRIEDADES DOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO

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. (THOMAS, 2001).

As propriedades físicas mais importantes e frequentemente medidas nas sondas são a densidade, os parâmetros reológicos, as forças géis (inicial e final), os parâmetros de filtração e o teor de sólidos. Outras propriedades físicas de menor uso são a resistividade elétrica, o índice de lubricidade e a estabilidade elétrica. (THOMAS, 2001).

As propriedades químicas determinadas com maior frequência nos laboratórios das sondas são o PH, os teores de cloretos e de bentonita e a alcalinidade. Outras propriedades químicas são o excesso de cal (determinada nos fluidos tratados por cal hidratada), o teor de cálcio e de magnésio, a concentração de H_2S e a concentração de potássio (testada nos fluidos inibidos por gesso). (THOMAS, 2001)

3.3 CONTROLE DAS PROPRIEDADES DOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO

Neste tópico são descritos as principais propriedades dos fluidos de perfuração que necessitam ser controladas para o bom desempenho da perfuração.

3.3.1 Parâmetros de Filtração

A capacidade do fluido de perfuração em formar uma camada de partículas sólidas úmidas, denominada de reboco, sobre as rochas permeáveis expostas pela broca é de fundamental importância para o sucesso da perfuração e da completação do poço. Para formar o reboco, deve haver o influxo da fase líquida do fluido do poço para a formação. Este processo é conhecido como filtração. É essencial que o fluido tenha uma fração razoável de partículas com dimensões ligeiramente menores que as dimensões adequadas, a obstrução dos poros é rápida e somente a fase líquida do fluido, o filtrado, invade a rocha. O filtrado e a espessura do reboco são dois parâmetros medidos rotineiramente para definir o comportamento do fluido quanto à filtração. (THOMAS, 2001).

3.3.2 Parâmetros reológicos

O comportamento do fluxo de um fluido é definido pelos parâmetros reológicos. Para isto considera-se que o fluido segue um modelo reológico, cujos parâmetros vão influir diretamente no cálculo de perdas de carga na tubulação e velocidade de transporte dos cascalhos. (THOMAS, 2001).

3.3.3 Teor de sólidos

O teor de sólidos, cujo valor deve ser mantido no mínimo possível, é uma propriedade que deve ser controlada com rigor porque o seu aumento implicar aumento de várias outras propriedades, tais como densidade, viscosidade e forças géis, além de aumentar a probabilidade de ocorrência de problemas como desgaste dos equipamentos de circulação, fratura das formações devido à elevação das pressões de bombeio ou hidrostática, prisão da coluna e redução da taxa de penetração. (THOMAS, 2001).

O tratamento do fluido para reduzir o teor de sólidos pode ser preventivo ou corretivo. O tratamento preventivo consiste em inibir o fluido, física ou quimicamente, evitando-se a dispersão dos sólidos perfurados. No método corretivo pode-se fazer uso de equipamentos extratores de sólidos, tais como tanques de decantação, peneiras, hidrociclones e centrifugadores, ou diluir o fluido. (THOMAS, 2001).

3.3.4 Densidade

A densidade do fluido de perfuração tem que ser tal que a pressão hidrostática exercida pela coluna de fluido evite o influxo de fluido para o poço. Esta é a primeira das necessidades de qualquer fluido e deve ser considerada antes de qualquer outra das propriedades ou função do fluido. Portanto, ainda segundo esses autores, o ponto inicial do controle de pressão é o controle de densidade do fluido. O peso da coluna de fluido no poço, necessário para balancear a pressão da formação é o ponto de referência em que todos os cálculos de controle de pressão são baseados. (ANNIS E SMITH, 1996 apud MELO, 2008).

3.3.5 Forças géis

Alguns fluidos de perfuração são tixotrópicos, isto é, adquirem um estado semi-rígido quando estão em repouso e voltam a adquirir um estado de fluidez quando estão novamente em movimento. A força gel é um parâmetro também de natureza reológica que indica o grau de gelificação devido à interação elétrica entre partículas dispersas. A força gel inicial mede a resistência inicial para colocar o fluido em fluxo. A força gel final mede a resistência do fluido para reiniciar o fluxo quando este fica um certo tempo em repouso. A diferença entre elas indica o grau de tixotropia do fluido. (THOMAS, 2001).

4 MATERIAL E METÓDOS

Neste capítulo serão apresentados os principais equipamentos e análises realizadas durante o referido estudo no laboratório de fluido de perfuração e completção utilizando a norma API, 1998, levando em consideração que o fluido em questão é um fluido base água, e que o experimento se realizou em escala de laboratório.

4.1 PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DE LABORATÓRIO DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO E COMPLETAÇÃO E SEUS PROCEDIMENTOS DE UTILIZAÇÃO

Neste tópico são descritos os equipamentos utilizados para preparação do fluido base água, bem como seu manuseio, forma de limpeza, e manutenção.

4.1.1 Balança Analítica ou Semi-analítica

É um instrumento usado em laboratório para medir a massa de um corpo. Utilizada na pesagem de reagentes analíticos para a preparação de soluções, como também na pesagem dos demais itens necessários para os experimentos de laboratório, utiliza-se das balanças de uso geral (também ditas de precisão) e das balanças analíticas conforme visto na Figura 1.

Figura 1 – Balança: (a) analítica; (b) semi-analítica



Fonte: Autoria Própria (2014)

4.1.1.1 Equipamento:

- Balança Analítica ou Semi-Analítica.

4.1.1.2 Descrição do Método:

- Conectar a balança à rede elétrica e aguardar 30 minutos de aquecimento prévio para que o equipamento atinja sua temperatura de trabalho.

- Ligar a balança e consultar seu manual de instruções, uma vez que, dependendo do modelo da mesma, a balança pode incluir uma auto checagem eletrônica, que terminará com a indicação do zero no display.

- Verificar se a balança está nivelada. O nivelamento da balança é feito girando os parafusos frontais de nivelamento que apoiam a balança na bancada. Girar os parafusos de forma a trazer a bola do indicador de nível para o centro do círculo vermelho. O indicador de nível está localizado à direita da tela de cristal líquido da balança.

- Separar as matérias-primas necessárias para a elaboração da formulação de acordo com a ficha de manipulação.

- Tarar (zerar) a balança.

- Colocar sobre o prato da balança o recipiente de pesagem adequado, que permita identificar e garantir a integridade da pesagem (ex. papel que não libere fibras, como papel manteiga, vidro relógio, recipiente plástico, etc). Tarar.
- Abrir o recipiente da matéria-prima correspondente e, com auxílio de uma espátula, retirar uma quantidade para pesagem. Para pesagem de matérias-primas corrosivas (ex. iodo) e pellets, utilizar espátula de plástico.
- Pesar a quantidade de matéria-prima indicada na ficha de manipulação, e anotar na mesma a quantidade pesada. Anotar o número do lote e a quantidade pesada de cada matéria-prima constante na formulação.
- Para a pesagem de outro ingrediente da formulação a balança deverá ser previamente tarada.
- A amostra pesada nas unidades de massa, utilizadas frequentemente em laboratório, é: quilograma (kg); grama (g), miligrama (mg):
- Ao final do procedimento de pesagem, realizar a limpeza da seguinte forma retirar da balança todos os restos de produtos, com ajuda de um pincel ou de um papel que não libere fibras.
- Passar no prato da balança um papel que não libere fibras, umedecido com álcool a 70%.

4.1.1.3 Manutenção:

A calibração deve ser realizada periodicamente (diariamente, semanalmente, mensalmente), de acordo a frequência de utilização da balança.

O procedimento de aferição deve ser realizado conforme descrição no manual de instruções do modelo de balança utilizado, utilizando um peso padrão certificado.

4.1.1.4 Cuidados com o equipamento:

- Evitar alterações bruscas de temperatura.
- Evitar exposição direta ao sol.
- Evitar correntes de ar.
- Situar a balança em uma base fixa e firme e sem trepidações.

- Verificar o nivelamento da balança, a bolha de ar do nível deverá estar no centro do círculo. Caso a balança não esteja nivelada, o nivelamento deverá ser realizado girando o ajuste nos pés da balança até a centralização da bolha de ar no nível.
- Verificar a calibração da balança.
- A operação de pesagem deverá ser realizada com dupla checagem.

4.1.2 Agitador Hamilton Beach

O agitador Hamilton Beach é recomendado para misturar fluidos de perfuração à base de água e à base de óleo, como também os fluidos de completação na preparação de ensaios laboratoriais. O modelo possui três velocidades, onde cada velocidade possui seu eixo de modo independente (Figura 2).

Figura 2 - Hamilton Beach



Fonte: Autoria Própria (2014)

4.1.2.1 Equipamentos:

- Hamilton Beach (base, um motor, eixo, agitador sólido).
- Copo em aço inox.

4.1.2.2 Descrição do Método:

- Liga o cabo elétrico verificando a voltagem do equipamento, se necessário utilizar um transformador;
- O equipamento possui três velocidades, a lenta, a média e a rápida;
- O copo é inserido numa base no meio do equipamento, em seguida o motor arranca, o eixo começa a rodar de acordo com a velocidade escolhida e é interrompida quando é removido o copo.
- Adicionar dentro do copo 350 ml de água que equivale a um barril equivalente e em seguida a quantidade de aditivos químicos necessários para a realização do ensaio de fluido a ser preparado;
- Deixar bater a amostra de ensaio na velocidade escolhida, o suficiente para que o fluido fique homogêneo.

4.1.2.3 Resultados

O ensaio de fluido misturado e pronto para ser analisado em laboratório.

4.1.2.4 Limpeza:

Após cada ensaio, limpar o Hamilton, utilizando detergente e água corrente para retirar todo o resíduo do fluido do copo e limpar com papel toalha a base, o eixo e o agitador, em seguida secar e guardar.

4.1.2.5 Manutenção:

O Hamilton Beach, deve ser frequentemente limpo com um pano úmido para retirar todo o resíduo de fluido que fica encrostado na parte superior da haste de rotação.

4.1.2.6 Cuidados com o equipamento:

Para efetuar o ensaio, assentar o Hamilton beach sobre uma superfície plana, e sem vibrações.

4.1.3 Balança Densimétrica

A Balança Densimétrica 140 fornece um método simples e prático para determinar densidade ou peso por unidade de volume de fluidos de perfuração. Uma vantagem notável deste produto é que a temperatura da amostra não afeta substancialmente a precisão das leituras. A caixa de plástico protetora é de alto impacto e protege o material durante o transporte e também oferece uma base segura em sua posição de uso (Figura 3).

Figura 3 - Balança Densimétrica



Fonte: Autoria Própria (2014).

4.1.3.1 Equipamentos

- Balança Densimétrica.
- Caixa plástica protetora.

4.1.3.2 Descrição do Método

- Colocar a base da balança densimétrica em posição horizontal, lisa e nivelada;
- Remover a tampa e encher totalmente o recipiente da balança, que deverá estar bem limpo, com a amostra de fluido de perfuração ou completação. Se o copo estiver molhado, despeje a primeira porção do mesmo e volte a enchê-lo. Deve-se remover as bolhas de ar que ficam presas ao fluido. Basta que se bata levemente no copo até que desapareçam;
- Recolocar a tampa, aplicando-lhe um movimento de rotação, até que assente firmemente. O excesso de fluido de perfuração ou completação é eliminado através do orifício existente na tampa e pelas bordas do recipiente;
- Com o polegar, vedar o orifício da tampa, lavar o exterior do recipiente com água e enxugar;
- Colocar a balança sobre a base e mover o curso até que a bolha do nível fique centralizada;
- Ler o peso do fluido, no lado do cursor que estiver mais próximo do copo.
- Registrar o valor do peso da amostra em: libras por galão, peso específico, libras por pé cúbico, ou libras por polegada quadrada por 1.000 metros de profundidade.

4.1.3.3 Limpeza

Após cada ensaio, limpar a balança densimétrica, utilizando detergente e água corrente para retirar todo o resíduo do fluido, em seguida secar e guardar.

4.1.3.4 Manutenção

A balança densimétrica, deve ser calibrada frequentemente, com água destilada, a leitura a 70°F (21°C) deve ser de 8,33lb/gal. O ajuste se faz retirando ou colocando esferas de chumbo no depósito especial que existe na extremidade do braço da balança.

4.1.3.5 Cuidados com o equipamento

Para efetuar o ensaio, assentar a balança densimétrica sobre uma superfície plana, e sem vibrações.

Lavar e secar a balança cuidadosamente após cada determinação. Guardar sempre na caixa.

4.1.4 Viscosímetro FANN mod. 35^a

O FANN modelo 35A é conceituado como padrão da indústria para medições de viscosidade em fluído de perfuração. É um instrumento de leitura direta, que esta disponível em seis velocidades e são capazes de medir parâmetros viscosos do fluido sob cisalhamento contínuo. A fonte de alimentação padrão é de 115 volts, mas todos os modelos podem ser equipados com um transformador que torna a operação com 220/230 volts possíveis (Figura 4).

Figura 4 - Viscosímetro FANN mod. 35



Fonte: Autoria Própria (2014).

4.1.4.1 Equipamentos

- Viscosímetro FANN mod. 35A.
- Copo térmico.
- Termômetro metálico faixa de 0 a 150 °C (0 a 300 °F).

4.1.4.2 Acessórios Utilizados

- Relógio ou cronômetro.

4.1.4.3 Descrição do Equipamento

- Ligar o equipamento na tomada, a fonte de alimentação padrão é de 115 volts, mas todos os modelos podem ser equipados com um transformador que torna a operação com 220/230 volts possíveis;

- Colocar o “bob” (Parte sobressalente que imitar a coluna de perfuração no interior do poço) no interior do cilindro externo (rotor), empurrando-o para cima e ao mesmo tempo girando-o no sentido horário;
- Verificar se a leitura no mostrador, localizado na parte superior do instrumento, encontra-se zerada, se não, realizar pequenos ajustes no “bob” até que se obtenha a leitura na marca zero. O “bob” deve permanecer fixo para o correto funcionamento do equipamento;
- Colocar o fluido de interesse para o ensaio no copo reservatório metálico, até a quantidade marcada (cerca de 350 cm³);
- Colocar o copo reservatório na plataforma móvel elevando-o até que o fluido alcance a marca localizada na parte superior do rotor, imergindo assim o rotor e o “bob” na profundidade apropriada;
- O equipamento Viscosímetro modelo 35 A, opera com velocidade de rotação de 3, 6, 100, 200, 300 e 600 rpm, efetuando-se as mudanças de velocidade por meio de engrenagens e por alterações na velocidade do motor;
- O equipamento possui três faixas de leituras;
- A primeira faixa de leitura será na base, onde a bola vermelha se encontra, serão lidas as velocidades de 600rpm e 300rpm respectivamente;
- A segunda faixa de leitura será quando a bola vermelha se encontrar na parte superior, serão lidas as velocidade de 200rpm e 100rpm respectivamente;
- A terceira faixa de leitura será quando a bola vermelha se encontrar na parte do meio, então serão lidas as velocidade de 6rpm e 3rpm respectivamente.

Nota: Sempre que tiver alteração de faixa, a posição da alavanca de mudança de velocidade, deve voltar à velocidade de 600rpm a amostra deve ser agitada, pois esta é a mais alta.

4.1.4.4 Descrição do Método para fluido a base água

- Agitar o fluido de interesse para o ensaio a velocidade de 600rpm durante 1 minuto;
- Efetuar a leitura da deflexão a 600rpm e anotar como L600;
- Agitar o fluido de interesse para o ensaio a velocidade de 300rpm durante 1 minuto;

- Efetuar a leitura da deflexão a 300rpm e anotar como L300;
- Voltar o equipamento para a velocidade 600rpm e agitar durante 1 minuto;
- Em seguida agitar o fluido de interesse para o ensaio a velocidade de 200rpm durante 1 minuto;
- Efetuar a leitura da deflexão a 200rpm e anotar como L200;
- Agitar o fluido de interesse para o ensaio a velocidade de 100rpm durante 1 minuto;
- Efetuar a leitura da deflexão a 100rpm e anotar como L100;
- Voltar o equipamento para a velocidade 600rpm e agitar durante 1 minuto;
- Em seguida agitar o fluido de interesse para o ensaio a velocidade de 6rpm durante 1 minuto;
- Efetuar a leitura da deflexão a 6rpm e anotar como L6;
- Agitar o fluido de interesse para o ensaio a velocidade de 3rpm durante 1 minuto;
- Efetuar a leitura da deflexão a 3rpm e anotar como L3;

Nota: Para a determinação da viscosidade do fluido Base Óleo, utiliza o mesmo procedimento do fluido a base Água, mas é necessário utilizar um copo térmico, pois o fluido necessita ser aquecido a 120 °F ou 135 °F, a depender da temperatura de fundo prevista. Poços com temperatura de fundo até 250 °F, testar a 120 °F; acima deste valor testar a 135 °F.

4.1.4.5 Cálculos

- Viscosidade aparente (VA), em cP = $L600/2$
- Viscosidade plástica (VP), em cP = $L600 - L300$
- Limite de escoamento (LE), em lbf/100ft² = $L300 - VP$

4.1.4.6 Descrição do Método dos Géis:

- Leitura dos Géis inicial e final;
- Logo após efetuar todas as leituras no ensaio da determinação das propriedades reológicas, ligar o viscosímetro a 600 rpm e agitar a amostra durante 1 minuto;
- Colocar a alavanca de mudança da velocidade para posição média e desligar o motor;

- Aguardar durante 10 segundos, ligar o motor a 3 rpm e ler a maior deflexão do indicador, anotando o valor em lb/100ft² como sendo o gel inicial G0;
- Ligar o motor a 600 rpm e agitar a amostra durante 1 minuto;
- Colocar a alavanca de mudança da velocidade para posição média e desligar o motor;
- Para obter-se a força gel há 10 minutos, deve-se deixar a amostra em repouso. Ao completar 10 minutos, ligar o motor a 3 rpm e ler a maior deflexão do indicador, anotando o valor em lb/ft² como sendo o gel final, G10;
- Ligar o motor a 600 rpm, colocar a alavanca de mudança de velocidades na posição inferior e desligar o motor;

Nota: Quando a determinação das propriedades reológicas e força gel forem realizadas com controle da temperatura deve-se utilizar um copo térmico, para manter o fluido aquecido.

4.1.4.7 Limpeza

Após cada ensaio, limpar o viscosímetro, utilizando detergente e água corrente para o copo metálico, e papel toalha na limpeza do “bob” e cilindro, em seguida secar e guardar.

4.1.4.8 Manutenção

Calibrar o viscosímetro a cada seis meses. O aparelho deve ser calibrado, empregando-se uma mistura de glicerina e água pura na temperatura ambiente ou através do kit de calibração.

4.1.4.9 Cuidados com o equipamento

- Para efetuar o ensaio, assentar o viscosímetro sobre uma superfície plana, evitando vibrações;

- Os copos de amostra aquecidos opcionais e copos de amostras de recirculação são aquecidos eletricamente. Verificar o cabo de alimentação e outros cabos associados com estes copos estão em boas condições e devidamente aterrados;
- Verifique se o viscosímetro é desligado e desconectado da fonte antes de limpeza ou outro reparo ou manutenção;
- Não deixar a água correr para a base, a água em excesso pode causar danos aos componentes elétricos;
- Mantenha as mãos, roupas e outros objetos longe das partes rotativas da máquina.

4.1.5 Filtro prensa API (Baixa Pressão e Baixa Temperatura)

A série 300 APT, baixa pressão e baixa temperatura, dos Filtros Prensas possuem um reservatório de lama acoplado a um suporte, uma fonte de pressão, um meio filtrante, e um cilindro graduado para receber e fazer medição. A unidade é desenvolvida em alumínio anticorrosivo e cromado em latão, além de incluir um filtro e vedações (Figura 5).

Figura 5 - Filtro prensa API (BTBP)



Fonte: Autoria Própria (2014).

4.1.5.1 Equipamentos:

- Esqueleto de suporte de ferro;

- Tampa com válvula de pressão e manômetro;
- Base;
- Gaxetas;
- Tela;
- Papel de Filtro;
- Corpo da célula;
- Proveta graduada de 10ml.

4.1.5.2 Acessórios utilizados

- Relógio

4.1.5.3 Descrição do Método

- Assegurar que todas as partes do filtro estejam limpas e secas e que as gaxetas não estejam gastas ou deformadas;
- Montar o conjunto colocando as partes na seguinte ordem: base, gaxeta, tela, papel filtro, outra gaxeta e o corpo da célula;
- Encha a célula com fluido até um centímetro do topo. Coloque-a no suporte, assente a tampa (observe se a mesma está com a sua gaxeta), apertando-a com o parafuso. Ponha a proveta graduada seca, sob o tubo de saída da célula, a fim de receber o filtrado;
- Feche a válvula de escape e ajuste o regulador de pressão até obter 100 ± 5 psi. Comece há contar o tempo;
- Após 30 minutos, meça o volume de filtrado na proveta. Fechar a fonte de gás comprimido. Liberar o gás que está dentro da célula pela válvula de alívio e retirar a tampa;
- Retirar a célula do suporte, despejar o fluido, desarmar a célula e obter o papel de filtro com o reboco. Lavar este cuidadosamente com água e meça a sua espessura em 1/32 de polegada ou mm;

4.1.5.4 Resultados:

- Registrar o volume do filtrado em ml;
- Registrar a espessura de reboco em 1/32 de polegada ou mm.

4.1.5.5 Limpeza

Lavar e secar imediatamente todas as partes do equipamento, após cada determinação.

4.1.5.6 Manutenção

Verificar com frequência a exatidão dos manômetros.

4.1.5.7 Cuidados com o equipamento

Para efetuar o ensaio, assentar o filtro prensa API sobre uma superfície plana, e sem vibrações.

4.1.6 Kit Retorta

O Kit Retorta Fann (Figura 6) é usado para determinar a quantidade de líquidos e sólidos no fluido de perfuração, como também é fundamental para o controle adequado das propriedades de lama tais como: razão de óleo / água , a reologia , a densidade , a filtração e a salinidade da fase aquosa. Conhecimento de sólidos e lama de óleo é essencial para a avaliação dos equipamentos de controle de sólidos. O resultado é lido diretamente como porcentagem do volume. Sólidos suspensos e dissolvidos são determinados e subtraindo-os do resultado. Foi projetado para ser útil na determinação do teor de óleo.

Figura 6 - Kit Retorta



Fonte: Autoria Própria (2014).

4.1.6.1 O Kit retorta é constituído por

- Caixa metálica;
- Cilindro e cachimbo;
- 2 provetas de vidro de 10 ml;
- Lubrificante, graxa para alta temperatura;
- Tensoativo;
- Espátula;
- Saca Rolha;
- Escova para Limpeza.

4.1.6.2 Acessórios Utilizados

- Relógio;
- Esponja de aço.

4.1.6.3 Descrição do Método

- Desmontar o conjunto da retorta e assegurar-se que o recipiente da amostra, o tubo condutor de vapores, o condensador e o cilindro graduado coletor do destilador estejam limpos;
- Introduzir uma palha de aço na câmara de evaporação;
- Encher o depósito com fluido a testar, remover as bolhas de ar.
- Colocar a tampa de aferição no depósito de fluido deixando sair pelo orifício o excesso de fluido através do furo da tampa;
- Limpar e secar bem a tampa, a rosca e o corpo externo do depósito, sem derramar o fluido;
- Com o auxílio da espátula, enroscar o recipiente na câmara de vapor.
- Por a retorta na câmara isolante;
- Fechar a tampa da câmara isolante;
- Por a proveta graduada sob a descarga do condensador, se o fluido for a base óleo, adicionado previamente de 1 a 2 gotas do tensoativo, a fim de facilitar a separação das fases água-óleo;
- Ligar resistência elétrica do forno. A lâmpada piloto deverá acender-se;
- O tempo de duração do ensaio é ± 30 minutos;
- Deixar a retorta esfriar durante 10 minutos. Após isso, retirar a proveta e fazer as leituras correspondentes aos volumes de água e óleo recuperados na proveta graduada.

4.1.6.4 Os Resultados são expressos em porcentagem

- $\% \text{ água} = \text{volume de água} \times 10$
- $\% \text{ óleo} = \text{volume de óleo} \times 10$
- $\% \text{ sólidos} = 100 - (\% \text{ água} + \% \text{ óleo})$

Nota: Quando o fluido de perfuração apresentar salinidade elevada, deve ser feita a correção da porcentagem de sólidos.

- % água corrigida = % água lida x [1+1,3 x 10⁻⁸ x (ppm NaCl)^{1,29}]
- % óleo corrigida = % água lida x [1+7,15 x 10⁻⁸ x (mg/l NaCl)^{1,14} Após corrigir a percentagem de água, determina-se a percentagem de sólidos.
- % sólidos corrigidos = 100 - % óleo - % água corrigida.
- Determinação da razão óleo/água (Razão O/A):

$$O = \frac{\% \text{ óleo}}{\% \text{ óleo} + \% \text{ água real}} \times 100$$

$$A = 100 - O$$

$$\text{Razão óleo/água} = \frac{O}{A}$$

4.1.6.5 Limpeza

Após cada ensaio, o Kit Retorta deve ser desmontado, lavado com detergente e água corrente, caso necessário deixar de molho até a sua total limpeza, secar e guardar com muito cuidado, para não danificá-lo.

4.1.6.6 Manutenção

Para calibrar a retorta é só colocar 10ml de água destilada no copo do cachimbo, montar o kit e ligar o equipamento, o resultado deve ser igual a 10 ml, pois não existe componentes sólidos;

Ligar a retorta e aguardar pelo menos 10 minutos. Observar a câmara de aquecimento. Se esta apresentar cor vermelha não incandescente (sem brilho), a temperatura está dentro do intervalo recomendado. Caso contrário, ajustar o reostato através do parafuso de controle.

4.1.6.7 Cuidados com o equipamento

- Para efetuar o ensaio, assentar o Kit Retorta sobre uma superfície plana, e sem vibrações;
- A retorta só deve ser operada com as voltagens para as quais foi desenhada;
- Deve-se evitar que a retorta es quente ao rubro, assim como, que seja posta em contato com líquidos frios após ter sido aquecida;
- A amostra de fluido deve ser medida com máxima exatidão, para que, assim também, sejam os resultados;
- Durante a destilação não devem aparecer gotas de umidade em nenhuma das partes externas da retorta e do condensador, pois se isto acontecer indica vazamento e, portanto, erros nos resultados;
- Ao colocar a palha de aço na câmara de evaporação, deve se ter cuidado para que não cubra a parte de rosca que a câmara possui na sua extremidade interna inferior, porque dificultaria o ajuste correto do copo amostrador;
- Deverá também ser colocada uniformemente em toda a câmara de expansão, com o propósito de evitar o arraste de sólidos pelo destilado. Isto também causaria erros nos resultados;
- Utilizar palha de aço nova em cada operação;
- Depois de cada destilação, limpar perfeitamente as partes da retorta e os condutos.

4.2 PRINCIPAIS ANÁLISES QUÍMICAS REALIZADAS NOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO

Neste tópico foi descrito as análises químicas realizadas no trabalho como Alcalinidade, Salinidade, Cálcio e Magnésio, pH, e MBT.

4.2.1 Alcalinidade em fluidos à base água – determinação da alcalinidade Pm e Pf

4.2.1.1 Equipamentos e reagentes:

- Erlenmeyer.
- Pipeta de 1 ml.
- Bureta ou Pipeta de 10 ml.
- Bastão de vidro ou plástico.
- Água destilada.
- Solução de H_2SO_4 N/50.
- Fenolftaleína.
- Metilorange.

4.2.1.2 Descrição do Método

- Medir 1 ml de fluido e colocar em um erlenmeyer ou cápsula.
- Diluir com 50 ml de água destilada.
- Adicionar 3 gotas de fenolftaleína.
- Titular com ácido sulfúrico N/50, rapidamente.
- Agitar, continuamente, até que a cor da amostra passe do vermelho à cor original do fluido.
- A alcalinidade do fluido (Pm) será o volume gasto (em ml) de H_2SO_4 N/50.
- A alcalinidade do filtrado (Pf) determina-se seguindo o mesmo procedimento anterior, substituindo 1 ml de fluido por 1 ml de filtrado.

- A alcalinidade do filtrado (Pf) será o volume gasto (em ml) de H_2SO_4 N/50.
- Determinado o Pf, adicionar à amostra anterior 2 a 3 gotas de fenolftaleína.
- Continuar a titulação com H_2SO_4 até a virada do róseo para o amarelo-alaranjado.

4.2.2 Salinidade em fluido base água – determinação de cloreto ou salinidade

4.2.2.1 Equipamentos e reagentes

- Erlenmeyer de 250;
- Pipeta de 1 ml;
- Bureta ou Pipeta de 10 ml;
- Bastão de vidro;
- Solução indicadora de cromato de potássio;
- Solução indicadora de fenolftaleína;
- Solução de ácido sulfúrico N/50;
- Solução titulada de nitrato de prata (0,282 N).

4.2.2.2 Descrição do Método

- Medir 1 ml do filtrado e por no erlenmeyer. Diluir com 40 ml de água destilada.
- Acrescentar 4 ou 5 gotas de cromato de potássio.
- Com a pipeta de 10 ml, titular com solução de nitrato de prata até que o indicador mude da cor amarela para vermelho tijolo.
- Anotar o volume de nitrato de prata (0,282 N) utilizado na titulação.
- Nota: Conservar a solução de AgNO_3 em frasco escuro em um lugar ventilado.

4.2.2.3 Resultados

- Cloretos (em mg/l) = $V(\text{AgNO}_3) \text{ gasto(ml)} \times 10000$.
- $\text{NaCl (em mg/l)} = \text{Cloretos} \times 1,65$.

4.2.3 Determinação do Cálcio e Magnésio

4.2.3.1 Equipamentos e reagentes

- Erlenmeyer de 250 ml.
- Pipeta de 1 ml.
- Bureta ou Pipeta de 10 ml.
- Solução de NaOH 2N.
- Indicador Calcon.
- Solução de EDTA 0,01 M.
- Indicador Negro de eriocromo.
- Solução tampão para pH 10 ± 1 .
- Pêra para pipeta.

4.2.3.2 Descrição do Método para a determinação do Cálcio

- Em um erlenmeyer de 250 ml, colocar 1 ml de filtrado medindo com pipeta.
- Diluir com 30 - 50 ml da água destilada.
- Adicionar 3 gotas de Trietanolamina.
- Adicionar 5 ml de solução de NaOH 2N.
- Adicionar uma pitada de Calcon e agitar um pouco.
- Titular com EDTA 0,01M até viragem de roxo para azul claro.

4.2.3.3 Resultados para a determinação do Cálcio

- Anotar o volume gasto em ml (V EDTA).
- Efetuar os cálculos de modo a exprimir o resultado em mg/l, utilizando a seguinte expressão:

$$Ca^{+2} \text{ (mg/l)} = \frac{400,8 \times \text{Volume gasto EDTA (ml)}}{\text{Volume de amostra (ml)}}$$

$$Mg^{+2} = \frac{243,2 \times (V' - V)}{\text{Volume de amostra}}$$

Através da soma do teor de cálcio e do teor de magnésio obtém a dureza total do fluido expresso em mg/l.

$$\text{Dureza total} = (Ca^{+2} + Mg^{+2})$$

Nota: A utilização de Cloridrato de Hidroxinolamina e Trietanolamina, reduz a interferência de metais ferrosos no teste de Cálcio.

4.2.4 Determinação do pH (Papel Indicador)

4.2.4.1 Equipamentos:

- Fita de papel indicador com escala de cores variadas para comparação, de pH 0 a 14.

4.2.4.2 Descrição do Método com papel indicador

- Tomar um papel indicador;

- Por na superfície do fluido ou filtrado do mesmo, tomando cuidado para que o fluido atinja a escala;
- Após um minuto, mais ou menos, a tira de papel deverá ter mudado de cor, afetada pela alcalinidade do fluido ou filtrado;
- Comparar a cor do papel indicador com a carta colorimétrica correspondente.

4.2.4.3 Resultados:

Registrar o pH com precisão de 0,5 unidades para mais ou para menos, conforme a escala do papel indicador usado.

4.2.4.4 Cuidados com o equipamento:

- Deverão ser conservados em lugar seco e escuro;
- Papéis com coloração já desbotada não devem ser utilizados.

4.2.5 Teor de Sólidos Ativos – MBT

O método baseia-se na propriedade que as argilas apresentam de ser dispersas coloidalmente e de adsorver substâncias.

4.2.5.1 Equipamentos e reagentes

- Seringa hipodérmica de 5ml;
- Erlenmeyer de 250 ml;
- Proveta de 25 ml;
- Pipeta de 10 ml;
- Bastão de vidro;
- Placa aquecedora;

- Pêra para pipeta;
- Papel de filtro Whatman nº 1, ou similar;
- Água oxigenada à 20 vol;
- Água destilada;
- H_2SO_4 5N;
- Solução de Azul de metileno 3,74 g/l.

4.2.5.2 Descrição do Método

- Tomar exatamente 2 ml de fluido. Usar uma seringa hipodérmica.
- Transfiriir para um frasco erlenmeyer de 250 ml.
- Adicione 15 ml de água oxigenada a 3% (20 volumes).
- Adicione 10 ml de água destilada.
- Adicione 0,5 ml de H_2SO_4 5N.
- Agitar a suspensão para deixa-la homogênea.
- Aquecer até ebulição lenta, durante 10 minutos.
- Diluir até 75 ml com água destilada e agite bem.
- Adicione 0,5 ml a 0,5 ml da solução de azul de metileno (3.74 g/l). Após cada adição, agitar por 30 segundos.
- Enquanto os sólidos estiverem suspensos, retirar com um bastão o vidro uma gota da suspensão e a coloca-lo sobre um papel de filtro.
- Inicialmente se observará um ponto azul cercado por uma auréola úmida incolor. Neste caso deve-se prosseguir adicionando azul de metileno. Ainda não se atingiu o final da titulação.
- Logo que apareça uma coloração azulada radiando-se do ponto central, por dentro da auréola úmida, deve-se parar a titulação por 2 min. Agitar bem a suspensão e tornar a retirar nova gota. Caso a coloração persista dentro da auréola, é indicativo do final de titulação.
- Caso não apareça mais a coloração azulada, ainda não se atingiu o final da titulação. Mas deve estar próximo. Neste caso continuar a adição com intervalos de 2 min. Até que a coloração azulada persista numa auréola parecida com o sol.

4.2.5.3 Resultados

- Efetuar o seguinte cálculo:

$$\text{Sólidos Ativos } \left(\frac{lb}{bbl}\right) = \frac{5 \times \text{Volume Azul de Metileno (ml)}}{\text{Volume da amostra (ml)}}$$

5 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Neste capítulo foi descrito as atividades desenvolvidas durante o estudo como preparação do fluido, realizar controle dos aditivos e reagentes, auxílio nas aulas práticas, acompanhamento dos alunos ajudando os mesmos a utilizar os equipamentos.

5.1 PREPARAÇÕES DE FLUIDO DE PERFURAÇÃO

Durante o estágio foi realizado um estudo teórico sobre o funcionamento dos principais equipamentos utilizados para preparação e análise dos fluidos de perfuração (Hamilton Beach, Viscosímetro FANN, Balança dissimétrica, Balança analítica, Kit retorta, Filtro prensa API, Pipeta graduada, Pipeta volumétrica, Proveta, e Becker), bem como a manutenção e limpeza dos mesmos. Posteriormente foram preparados fluidos a base de água e realizados testes como: filtrado API, alcalinidade, teor de sal, cálcio, magnésio, PH, dureza total, teor de argila ativada entre outros. Para realização destes testes utilizou-se um programa de fluido de perfuração de uma empresa do segmento, referente a um poço de exploração da Bacia de São Francisco.

Aditivos utilizados para preparação do fluido foram Redutor de dureza, dois tipos de Alcalinizante, Viscosificante, dois tipos de Redutor de filtrado, Controlador de filtrado, Selante, inibidor, Bactericida, e um Anti-espumante.

O estudo consistiu em preparar o fluido referente a fase de 8,5” do referido poço, e comparar os resultados com o do programa de fluido, com o intuito apenas de aprendizado da utilização dos equipamentos do laboratório.

Faixa de referencia do programa, peso 9,0 lb/gal, Viscosidade plástica 10-30 cp, Limite de escoamento 15-35 lb/100, L3 rpm 7-10, Gel inicial 6-13 lb/100, Gel final 12-30 lb/100, Filtrado API <10 ml/30 mim, Teor de argila ativada <7 lb/bbl, pH 9-11, Cálcio <200 mg/l, Sólidos de retorta <6 %V/V, e NaCl 15-20 K mg/l.

Os resultados obtidos do fluido preparado em laboratório foram, peso 8,5 lb/gal, Alcalinidade 5000 mg/l, Viscosidade aparente 4 cp, Viscosidade plástica 4 cp, Limite de escoamento 0 lb/100, L3 rpm 1, Gel inicial 1 lb/100, Gel final 1 lb/100, Filtrado API 28 ml/30

mim, Teor de argila ativada 2,5 lb/bbl, pH 7, Cálcio 240,48 mg/l, Magnésio 24,32 mg/l, Dureza Total 264,8 mg/l, Sólidos de retorta 2 %V/V, e NaCl 8,250 k mg/l.

Comparando os resultados encontrados com os obtidos no programa, houve um variação considerável dos mesmos, alguns se mantiveram na faixa esperada enquanto outros extrapolaram a faixa para mais ou para menos, uma explicação plausível para essa divergência seria os aditivos utilizados, no programa de fluido utilizavam marcas pré-definidas as quais já se conhecia rendimento e comportamento, nos teste feito em laboratório foi utilizado similares e outras marcas causando essa variação.

5.2 CONTROLE DE REAGENTES E ADITIVOS

Foi atualizada uma lista com os principais reagentes e aditivos presentes no laboratório, com suas respectivas datas de validade, para facilitar futuras aulas e pesquisas, obtendo assim um controle do estoque, ajudando o bom funcionamento do laboratório e desempenho dos professores, alunos e pesquisadores, os reagentes e aditivos são organizados por ordem alfabética.

Figura 7 - Reagentes e soluções



Fonte: Autoria Própria (2014)

Figura 8 - Aditivos para preparo de fluido de perfuração



Fonte: Autoria Própria (2014)

5.3 AUXÍLIO NAS AULAS PRÁTICAS

O estágio consistiu também em auxílio nas aulas práticas, como preparação prévia de fluido para análise durante as aulas, lavagem de vidrarias e equipamentos utilizados, com o intuito sempre de manter um bom funcionamento do laboratório, além de aprender a rotina de trabalho do mesmo (Figura 9).

Figura 9 - Preparação de fluido de perfuração e completção



Fonte: Autoria Própria (2014)

5.4 ACOMPANHAMENTO DE ALUNO DE GRADUAÇÃO

Ajudar os alunos de graduação do curso de engenharia de petróleo a aprenderem a utilizar os equipamentos e a realizar as análises nos fluidos de perfuração, fechando o ciclo de aprendizagem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a realização desse trabalho que teve como objetivo acompanhar as atividades desenvolvidas no laboratório de fluido de perfuração e completação, além de colocar em prática conhecimento teórico adquirido nas disciplinas, tendo a oportunidade de ser acompanhado por professores e técnico profissionais qualificados que já atuaram na área.

Os objetivos foram alcançados no estágio e o aprendizado adquirido será importante para formação científica e profissional. Foi desenvolvido senso crítico e trabalho em equipe, contribuindo para o entendimento da importância do fluido de perfuração e completação e suas utilizações em sondas de perfuração/completação, bem como as análises necessárias para seu bom desempenho nas atividades aos quais são destinados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

API (American Petroleum Institute). (1988). Specification for Oil-Well Drilling Fluid Materials, Dallas, TX.

BARBOSA, M.I.R., **Proteção e Reabilitação de Fluidos Hidroargilosos**, Relatório de Estágio Integrado, DEMa/CCT/UFCG, julho de 2004.

BARBOSA, Maria Ingrid Rocha. **Bentonitas aditivadas com polímeros para aplicação em fluidos de perfuração**. 2006.80f. Dissertação(Mestrado em Engenharia de Materiais). Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2006.

LUMMUS, J. L., AZAR, J. J., **Drilling Fluids Optimization A Practical Field Approach**, PennWell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma, 1986.

MELO, Klismeryane Costa de. Avaliação e modelagem reológica de fluidos de perfuração base água. 2008. 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Centro de Tecnologia. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2008.

THOMAS, J.E. Fundamentos de Engenharia de Petróleo. Editora Interciência. Petrobrás. Rio de Janeiro. 2001.

SERRA, A. C. S., **A Influência de Aditivos de Lama de Perfuração Sobre as Propriedades Geoquímicas de Óleos**, Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ/CENPES/PETROBRAS, Rio de Janeiro, Agosto de 2003.