

## 6

# Metodologia para Identificação de Problemas Operacionais

## 6.1

### Dados de Perfuração de Poço

Os dados da perfuração de poços são provenientes de sensores e equipamentos existentes ao longo da coluna de perfuração. Essas medidas são coletadas a milhares de metros de profundidade e enviadas para sensores localizados na superfície ou subsuperfície a fim de subsidiar a tomada de decisão em tempo real. No entanto, a partir destes dados é possível calcular outros parâmetros como, por exemplo, o torque na broca e a taxa de penetração.

Estes equipamentos e os sistemas de coleta de dados seguem detalhados abaixo, além de outras fontes de informação relacionadas à operação de perfuração.

- MWD, *Measurement While Drilling* (Medindo Durante a Perfuração)

Ferramenta de monitoramento contínuo da perfuração descida no poço como parte da composição de fundo (BHA - *Bottom Hole Assembly*), permitindo conhecer dados da geometria do mesmo (profundidade, inclinação e azimute) e condições de perfuração do poço (rotação da coluna, temperatura de fundo de poço, vibração, torque, peso sobre broca e volume de fluido). Os dados são armazenados na própria ferramenta ou podem ser transmitidos digitalmente para a superfície utilizando a telemetria por pulsos de pressão no fluido de perfuração através do espaço anular.

- LWD, *Logging While Drilling* (Perfilando Durante a Perfuração)

Ferramenta descida no poço como parte do BHA com o objetivo de realizar a perfilagem durante a perfuração de um poço permitindo, assim, a avaliação da formação geológica através da obtenção de dados referentes às propriedades da rocha ou à zona de interesse. Os dados são

transmitidos digitalmente para a superfície utilizando a telemetria por pulsos de pressão no fluido de perfuração através do espaço anular e suas medições mais conhecidas são: raios gama, resistividade, porosidade, densidade, cáliper, densidade-neutrão e sônico.

- PWD, *Pressuring While Drilling* (Medição de Pressão Durante a Perfuração)

Ferramenta descida no poço como parte do BHA com a finalidade de aumentar a eficiência da perfuração por fornecer informações de pressões no fundo do poço e, desta maneira, permitir a tomada de decisões rápidas e eficientes. É frequentemente aplicado nos seguintes casos: gerenciamento da pressão nos reservatórios, otimização da perfuração, detecção de perdas de circulação, detecção de colapso ou fratura da formação, detecção de influxos no poço (*kicks*), monitoramento da limpeza do poço e gerenciamento de melhorias no ECD. Os dados são transmitidos digitalmente para a superfície utilizando a telemetria por pulsos de pressão no fluido de perfuração através do espaço anular e suas medições mais conhecidas são: temperatura medida no fundo do poço, pressão dinâmica de circulação no fundo do poço (ECD – *Equivalent Circulating Density*) e pressão estática no fundo do poço (ESD – *Equivalent Static Density*).

- Mudlogging

Sensores de superfície de registro de parâmetros mecânicos, hidráulicos e das litologias atravessadas durante a perfuração de um poço. A identificação do tipo de litologia encontrada durante a perfuração de um poço é realizada utilizando amostras de calhas recolhidas nas peneiras. Já os parâmetros mecânicos e hidráulicos podem ser medidos pelos sensores localizados na superfície (sonda) ou calculados através de relações com os valores previamente medidos.

Como exemplo, pode-se citar a taxa de penetração calculada a partir da divisão entre a profundidade medida perfurada pelo tempo de perfuração do trecho correspondente e também o torque na broca que pode ser

calculado pela diferença entre o torque medido no fundo do poço e fora do fundo, durante a perfuração.

Dentre os parâmetros monitorados por este sistema tem-se:

- Profundidade medida do poço (MD - *Measured Depth*);
- Profundidade vertical do poço (TVD - *Total Vertical Depth*);
- Profundidade medida da broca (*Bit Depth*);
- Taxa de penetração (ROP- *Rate of Penetration*);
- Rotação da coluna de perfuração (RPM – *Rotation per Minute*);
- Torque no fundo (TOB - *Torque on Bottom*);
- Peso sobre a broca (WOB – *Weight on Bit*);
- Amplitude de oscilação vertical da onda (*Heave*);
- Altura do gancho (*Hook Height*);
- Peso no gancho (*Hook Load*);
- Volume de fluido de perfuração nos tanques (*Mud Pit*);
- Pressão de bombeio do fluido de perfuração (*Pump Pressure*);
- Número de ciclos de bombeio por minuto (SPM – *Stroke per Minute*);
- Pressão no choke (*Choke Line Pressure*);
- Vazão de entrada de fluido de perfuração no poço (*Mud Flow in*);
- Vazão de saída de fluido de perfuração no poço (*Mud Flow out*);
- Tempo de retorno do fluido de perfuração (*Lag Time*);
- Concentração de gás no fluido de perfuração (*Total Gas*);
- Distribuição da concentração de gás;
- Detecção de H<sub>2</sub>S nas peneiras;
- Comprimento da seção de tubo de perfuração, *drill pipe (Stand Length)*);
- Resistividade do fluido de perfuração na entrada e na saída do poço;

- Temperatura do fluido de perfuração na entrada e na saída do poço;
- Densidade do fluido de perfuração na entrada e na saída do poço (MW - *mud weight in and out*).

Estes dados são enviados até a superfície através do sinal de comunicação que é gerado pela diferença de pressão no fluido de perfuração no final da coluna de perfuração, próximo a broca, onde as medições são realizadas e percorre o sentido inverso ao do fluido de perfuração.

Vale ressaltar que na perfuração de um poço marítimo, o sistema de *mudlogging* só está disponível para a perfuração das fases em que houver retorno do fluido de perfuração para a superfície.

- Relatório diário de perfuração (DDR – *Daily Drilling Report*)

Relatório emitido diariamente pela sonda onde cada operação é relatada no tempo e na profundidade à medida que o poço é perfurado.

Nele estão contidas informações gerais relacionadas ao poço como lâmina d'água, altura da mesa rotativa, coordenada de localização da cabeça de poço, dias de operação e custo acumulado. Além disso, para cada evento são detalhados a descrição do mesmo, o tempo gasto em horas e a profundidade medida no início e no término do mesmo. Desta maneira, o boletim diário de perfuração é um documento de extrema importância para realização de trabalhos de pós-análise, pois nele estão contidos registros que servem de guia para interpretação de dados e também como informação de correlação para elaboração do projeto de um poço que seja perfurado em uma área próxima.

## 6.2

### Manuseio dos Dados

O presente trabalho é uma retro-análise, a partir de dados disponíveis do relatório diário de perfuração e das ferramentas de *mudlogging* e PWD de poços já perfurados, com o intuito de identificar os problemas operacionais ocorridos e mapear possíveis alterações nos parâmetros associadas aos mesmos. Portanto,

depois de realizada esta análise dos estudos de casos, somente as fases que apresentaram alguma anormalidade serão analisadas seguindo a metodologia descrita abaixo, composta pelas seguintes etapas:

- Planejamento: etapa em que são previstas a trajetória do poço e os valores de torque, arraste, vazão e pressão para cada fase do poço;
- Acompanhamento: etapa em que os dados são obtidos em tempo real pelas ferramentas mencionadas anteriormente. Os mesmos, quando comparados aos modelos teóricos previstos na fase de planejamento, permitem antecipar possíveis problemas operacionais que possam vir a ocorrer.

### 6.2.1

#### Programas Computacionais Utilizados

O manuseio dos dados foi realizado utilizando os seguintes aplicativos da empresa *Landmark (Halliburton)*:

- ***Compass***

Aplicativo utilizado para o planejamento direcional. Nele foram inseridas as informações básicas referentes ao poço, tais como: altura da mesa rotativa, lâmina d'água e coordenadas da cabeça de poço e dos objetivos. Como resultados foram obtidas as trajetórias planejadas dos poços. Outra funcionalidade disponível no aplicativo é a possibilidade de durante a operação de perfuração do poço, inserir os dados de *survey* (profundidade medida, inclinação e azimute) obtendo sua trajetória real já com as tortuosidades associadas à mesma.

- ***Wellplan***

Aplicativo de engenharia de perfuração utilizado para o planejamento hidráulico e de torque & arraste. Os modelos teóricos que são considerados neste aplicativo estão descritos nos apêndices A e B, respectivamente.

Abaixo seguem detalhados os dois tipos de análises realizadas:

- o Análise de torque e arraste

Esta análise tem como objetivo prever o torque e as cargas axiais durante o movimento de rotação da coluna de perfuração no fundo do poço ao longo da perfuração e do repasse. Com esta informação é possível identificar se o poço apresentará algum problema e também as condições do mesmo durante a perfuração (em tempo real).

Para realizar tal análise é preciso inserir os seguintes dados de entrada:

- Esquema da seção do poço, ou seja, a especificação e a profundidade de assentamento do último revestimento descido no poço, o diâmetro da fase a ser analisada, a profundidade da mesma e os fatores de fricção considerados no trecho revestido e no poço aberto. No caso de poço perfurado em plataformas flutuantes, deve-se cadastrar o diâmetro externo e interno do *riser*;

- Esquema da coluna de perfuração, ou seja, especificação de cada componente do BHA e seus comprimentos, além da profundidade medida da base da coluna;

- Trajetória do poço;

- Fluido de perfuração: densidade do fluido, modelo reológico, temperatura do fluido no tanque e dados de reologia (mínimo de duas leituras *fann*);

- Peso da catarina e do *top drive*;

- Escolha da operação durante a perfuração em que se deseja prever o torque e o arraste. No caso, a operação escolhida foi a rotação da coluna de perfuração no fundo do poço durante a perfuração;

- Parâmetros referentes à operação escolhida: peso sobre a broca e torque na broca;

- Dados de torque medido na superfície e a profundidade correspondente durante a operação de rotação da coluna de perfuração no fundo do poço (provenientes dos sensores de *mudlogging*). Estes dados só são preenchidos na etapa de acompanhamento em que se deseja realizar uma calibração do projeto do poço com os dados reais.

Como principal resultado da análise é gerado o gráfico de torque medido na superfície durante a rotação da coluna de perfuração no fundo do poço em função da profundidade medida, considerando-se o fator de fricção escolhido.

o Análise de hidráulica

Esta análise tem como objetivo calcular a perda de carga para seção da coluna, anular, equipamentos de superfície e broca para determinada vazão específica, o ECD, a velocidade do fluido de perfuração no anular para uma dada vazão específica e a vazão crítica para cada seção da coluna, além da limpeza do poço (vazão mínima necessária para transportar os cascalhos até a superfície, percentual de cascalho em suspensão no poço e a altura do leito em poços direcionais).

Para realizar tal análise é preciso inserir os seguintes dados de entrada:

- Esquema da seção do poço, ou seja, a especificação e a profundidade de assentamento do último revestimento descido no poço, o diâmetro da fase a ser analisada, a profundidade da mesma, além dos fatores de fricção considerados no trecho revestido e no poço aberto. No caso de poços perfurados em plataformas flutuantes, deve-se cadastrar o diâmetro externo e interno do *riser*. Dependendo da fase a ser perfurada a linha *booster* acrescentará vazão ao sistema para ajudar no carreamento dos cascalhos na seção do *riser* e a mesma deve ser cadastrada com os dados de profundidade, temperatura e vazão de injeção.

- Esquema da coluna de perfuração, ou seja, especificação de cada componente do BHA e seus comprimentos, além da profundidade medida da base da coluna;

- Trajetória do poço;

- Fluido de perfuração: densidade do fluido, modelo reológico, temperatura do fluido no tanque e dados de reologia (mínimo de duas leituras *fann*);

- Dados de temperatura do ambiente, no fundo do mar e na profundidade final do poço. Outra opção é inserir, ao invés da temperatura de fundo do poço, o gradiente geotérmico em °F/100 pés, ou °C/30 m.

- Sistema de circulação, ou seja, o valor da perda de carga nos equipamentos de superfície e detalhes das bombas de lama da sonda, tais como: número de bombas ativas, volume por *stroke*, rotações por minuto, máxima pressão de descarga, potência e eficiência volumétrica;

- Dados de pressão de poros e fratura (profundidade vertical e os gradientes de pressão de poros e fratura correspondentes);

- Parâmetros para a análise: vazão de trabalho, taxa de penetração e rotação da coluna de perfuração;

Como principais resultados da análise são gerados os gráficos de limpeza de poço mostrando a vazão mínima necessária para carrear os cascalhos até a superfície de acordo com a inclinação do poço, percentual de cascalho total no poço e em suspensão e a altura do leito de cascalho, além de gráficos de previsão da pressão de bombeio e ECD pela profundidade.

### 6.2.2

#### Etapa de Planejamento

Para um bom planejamento de torque & arraste é preciso ter uma boa qualidade/ precisão dos dados de entrada (mencionados anteriormente), ter um bom entendimento do cenário que se está investigando e de como interpretar os resultados gerados pelo modelo.

Nesta etapa é preciso checar se o poço previsto para ser perfurado está apto em relação às restrições de torque & arraste e hidráulica.

A utilização de um aplicativo de engenharia (no caso foi utilizado o *Wellplan*, da *Landmark*) auxilia na obtenção de repostas essenciais no âmbito de projeto de poços, garantindo uma perfuração otimizada, segura, capaz de antecipar e evitar possíveis problemas operacionais.



Os dados de entrada são adquiridos através de poços de correlação ou estimados utilizando parâmetros geológicos de cada região. Já os resultados obtidos nesta etapa de planejamento serão um dos dados de entrada para a etapa seguinte de acompanhamento.

A seqüência abaixo mostra, de forma detalhada, a metodologia do processo de obtenção dos resultados da análise de planejamento de torque e arraste.

1. Identificação do propósito do poço

Identificar qual o propósito da perfuração do poço, ou seja, se o mesmo é um poço exploratório (poço pioneiro para conhecimento da área) ou de desenvolvimento (o mesmo será perfurado para ajudar no desenvolvimento da área, pois já se tem conhecimento da mesma);

2. Obtenção dos dados de entrada

Em caso de ser um poço exploratório obter as informações necessárias no programa do poço ou com as companhias de serviço. Caso o poço seja de desenvolvimento, checar se o mesmo tem poços de correlação na área, ou seja, se poços próximos já tenham sido perfurados e que possam servir de base para a utilização de alguns dados de projeto.

Neste item de obtenção dos dados deve-se dar uma atenção especial aos parâmetros de peso sobre broca e torque na broca, que têm grande influência nos resultados da análise de torque e arraste. Portanto, a estimativa destes dois parâmetros deve seguir os seguintes critérios:

a. Caso 1: poço exploratório (ausência de poços de correlação, ou seja, de dados comparativos)

Nesta situação, o valor de peso sobre a broca considerado será o valor médio do intervalo de trabalho disponibilizado no catálogo do fabricante para a broca em questão.

Já o torque na broca é calculado a partir da seguinte fórmula (*Oil & Gas Journal*, volume 94, issue 11):

$$TQB = \frac{OD \times WOB \times f}{36} \quad (6)$$

Onde,

TQB = torque na broca, pé.lb

$D_b$  = diâmetro da broca, pol

WOB = peso sobre a broca, lb

$f$  = coeficiente de atrito de deslizamento da broca, adimensional

$f = 0,2$  a  $0,6$  para broca PDC

$f = 0,10$  a  $0,15$  para broca tricônica

Para o valor de  $f$  utiliza-se o valor médio do intervalo de depender com a broca utilizada, ou seja, 1,3 para broca PDC e 0,13 para broca tricônica.

b. Caso 2: poço de desenvolvimento (existência de poços de correlação)

Nesta situação, os valores considerados de peso sobre a broca e torque na broca serão obtidos a partir dos dados reais do poço de correlação. Portanto, utiliza-se o valor médio do intervalo calculado a partir do valor mínimo e máximo de peso sobre a broca e torque na broca utilizado e/ou medido para cada fase.

3. Planejamento direcional  
Realizar o planejamento direcional do poço utilizando o aplicativo *Compass*;
4. Seleção das fases para análise  
Realizar análises separadamente para cada fase do projeto de poço. As mesmas serão realizadas somente para as fases com retorno de fluido de perfuração para a superfície;
5. Subdivisão das fases selecionadas, caso necessário  
Para cada fase selecionada, analisá-la em trechos menores subdivididos de acordo com cada BHA utilizado (para o caso de ocorrer troca do BHA ou da broca ao longo da perfuração da fase);

6. **Inserção dos dados de entrada no aplicativo *Wellplan***  
Inserir os dados de entrada anteriormente detalhados no módulo de torque e arraste do aplicativo para gerar os resultados;
7. **Obtenção dos gráficos de torque**  
Gerar gráficos de torque medido na superfície para a operação de rotação da coluna no fundo do poço pela profundidade medida utilizando a mesma escala para o torque e a profundidade quando na mesma fase em análise;
8. **Análise de sensibilidade para o fator de fricção**  
Realizar uma análise de sensibilidade do fator de fricção da seção de poço aberto, adotando como fixo o coeficiente de fricção da seção de trecho revestido. Adotar o intervalo de 0,10 a 0,30 variando de 0,05. Para o trecho revestido, foram adotados os seguintes fatores de fricção (Robello Samuel, 2010):

Tabela 1: Fatores de Fricção para o trecho revestido

Fluido	Fator de Fricção - Trecho Revestido
Base Água	0,30
Base Sintética	0,15
Base Polimérica	0,19
Base Óleo	0,18

Fonte: Samuel (2010)

9. **Exportação dos dados para o excel**  
Para uma melhor visualização dos dados, os gráficos gerados no aplicativo *Wellplan* são transformados em tabelas e seus valores exportados para o Excel. Os mesmos serão utilizados na etapa seguinte de acompanhamento;

A seqüência abaixo mostra, de forma detalhada, a metodologia do processo de obtenção dos resultados da análise do planejamento hidráulico.

1. Identificação do propósito do poço;

2. Obtenção dos dados de entrada

Em caso de ser um poço exploratório obter as informações necessárias no programa do poço ou com as companhias de serviço. Caso o poço seja de desenvolvimento, checar se o mesmo tem poços de correlação na área, ou seja, se poços próximos já tenham sido perfurados e que possam servir de base para a utilização de alguns dados de projeto.

Neste item de obtenção dos dados deve-se dar uma atenção especial aos parâmetros de rotação da coluna de perfuração, vazão de trabalho, taxa de penetração, jatos da broca, perda de carga nos equipamentos direcionais e dados de viscosidade plástica e limite de escoamento do fluido, os quais têm grande influência nos resultados da análise de hidráulica. Portanto, a estimativa destes parâmetros deve seguir os seguintes critérios:

a. Caso 1: poço exploratório

Nesta situação, o valor considerado de rotação da coluna, vazão de trabalho, taxa de penetração, jatos da broca, perda de carga dos equipamentos direcionais e dados de viscosidade plástica e limite de escoamento do fluido será o valor definido, respectivamente, no programa de poço para os dois primeiros, no programa de brocas para os dois seguintes, no catálogo do fabricante e no programa de fluido.

b. Caso 2: poço de desenvolvimento

Nesta situação, o valor considerado de rotação da coluna, vazão de trabalho, taxa de penetração, jatos da broca, perda de carga dos equipamentos direcionais e dados de viscosidade plástica e limite de escoamento do fluido serão obtidos a partir dos dados reais do poço de correlação. Neste caso, é possível trabalhar com

os dados de leitura *fann* ao invés dos limites de escoamento e viscosidade plástica, obtendo mais precisão nos resultados.

Outro fator relevante é a escolha do modelo reológico que melhor descreva o comportamento do fluido, descrito pela relação tensão e taxa de deformação. No presente trabalho foi utilizado o modelo de *Herschel Bulkley*.

3. Planejamento direcional;
4. Seleção das fases para análise;
5. Subdivisão das fases selecionadas, caso necessário;
6. Inserção dos dados de entrada no aplicativo *Wellplan*  
Inserir os dados de entrada anteriormente detalhados no módulo de hidráulica do aplicativo para gerar os resultados;
7. Obtenção dos gráficos de hidráulica  
Gerar gráficos de limpeza de poço, ou seja, da vazão mínima necessária para limpar o poço de acordo com a inclinação do mesmo, a quantidade percentual de volume de cascalho total e suspenso no poço e a altura do leito. Além de gerar gráficos de previsão dos valores de pressão e ECD em função da profundidade medida. Os mesmos serão, posteriormente, plotados com os dados reais medidos dos sensores para facilitar o mapeamento dos desvios;
8. Exportação dos dados para o excel.

Para melhor esclarecimento do fluxo de trabalho durante a etapa de planejamento, segue abaixo a figura 12 com o organograma da metodologia de trabalho.

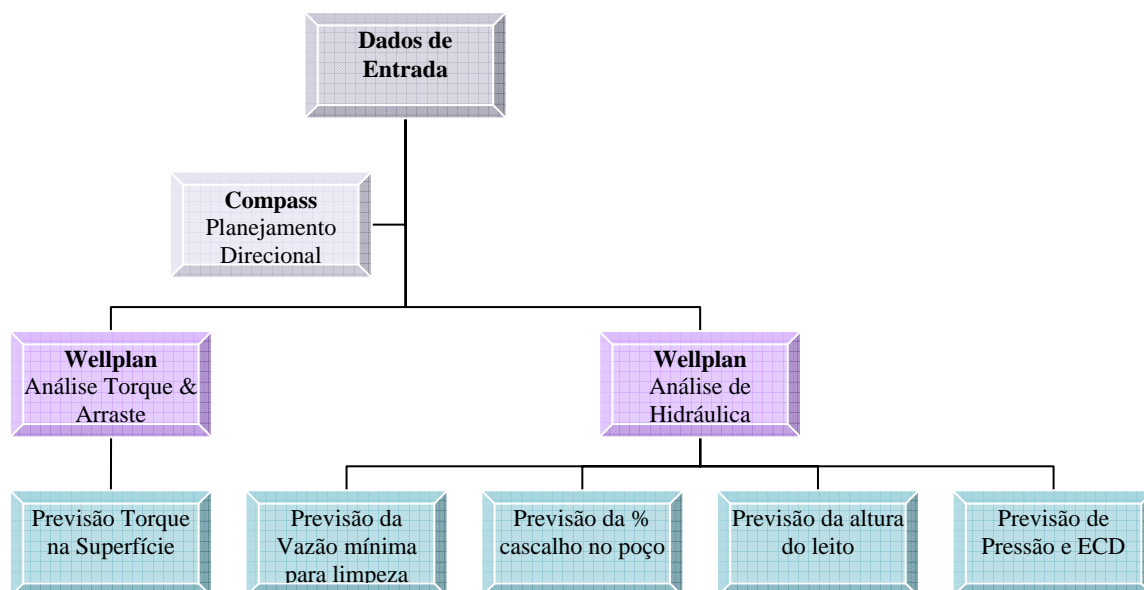


Figura 12: Organograma da metodologia da etapa de planejamento

### 6.2.3

#### Etapa de Acompanhamento da Perfuração

Esta etapa consiste no recebimento de informações dos sensores de *mudlogging* e PWD e monitoramento das condições de poço, em tempo real, durante a perfuração a fim de interpretar os dados relevantes, otimizar a perfuração e antecipar e remediar os possíveis problemas operacionais.

Esta interpretação é realizada comparando os dados dos sensores com os modelos de torque/ arraste e hidráulica previstos. Uma aparente alteração no desvio da tendência normal de determinado parâmetro, em conjunto com a mudança de outros, pode significar que uma situação indesejada está próxima a ocorrer.

A seqüência abaixo mostra, de forma detalhada, a metodologia do processo de obtenção dos dados dos sensores de superfície e subsuperfície e seu monitoramento e interpretação:

1. Obtenção dos dados da ferramenta de PWD e sensores *mudlogging*  
 Consiste na obtenção e organização dos dados, sendo apenas alguns deles monitorados. São eles:
  - Provenientes dos sensores de *mudlogging*:
    - Profundidade medida do poço (MD);

- Profundidade Vertical do poço (TVD);
  - Rotação da coluna (RPM);
  - Torque medido na superfície com a coluna de perfuração no fundo (TOB);
  - Peso sobre a broca (WOB);
  - Pressão de bombeio do fluido de perfuração (*Pump Pressure*);
  - Vazão do fluido de perfuração na entrada do poço (*Mud Flow in*);
  - Densidade do fluido de perfuração na entrada do poço (MW).
- Provenientes do PWD:
    - Taxa de penetração (ROP);
    - Peso no gancho (*Hook Load*);
    - Densidade equivalente de circulação (ECD).

2. Disposição dos dados pela profundidade

Plotar gráficos dos parâmetros mencionados acima pela profundidade medida para facilitar o monitoramento e a identificação de possíveis desvios em sua tendência durante a perfuração do poço. Estes parâmetros devem ser plotados com valores de média móvel para reduzir a incerteza em seus dados;

3. Inserir os dados de torque no aplicativo *Wellplan*

Refinar os dados recebidos (eliminando os espaços vazios e os valores referentes aos erros de medição da ferramenta) e inserir no aplicativo *Wellplan* os dados de torque medido na superfície para a coluna em rotação no fundo do poço e suas respectivas profundidades medidas;

4. Ajustar o planejado com o real para a análise de torque

No início da perfuração, têm-se apenas as curvas de torque planejadas e, conforme a operação de perfuração se inicia, os dados reais estão sendo atualizados. Caso estas curvas previstas estejam

distantes do real, faz-se um ajuste das mesmas alterando os dados de entrada de acordo com a operação. Como não se tem conhecimento do comportamento anormal do poço, assume-se que esta tendência inicial é normal;

5. Redução da incerteza dos resultados

Como a quantidade de dados recebidos das ferramentas é enorme e a dispersa “nuvem” de pontos pode não mostrar a real tendência do poço dificultando seu monitoramento, o gráfico de torque mencionado acima (dado real x planejado) foi transformado em tabela e exportado para o Excel. Após a exportação, uma curva é plotada utilizando os valores de média móvel e o número de pontos considerados neste cálculo varia de acordo com a quantidade de dados recebidos para cada parâmetro;

6. Calibração do fator de fricção

De posse dos dados reais e das curvas de torque plotadas, considerando um intervalo de fator de fricção de 0,10 a 0,30, é possível identificar qual o coeficiente de atrito que está ocorrendo em determinado trecho de poço aberto ao longo da perfuração da fase em análise;

7. Inserir os dados de hidráulica no aplicativo *Wellplan*

Refinar os dados recebidos e inserir no aplicativo *Wellplan* os dados de vazão, pressão e ECD e suas respectivas profundidades medidas;

8. Comparar os dados reais com o planejamento hidráulico

Comparar os dados planejados (mencionados acima) versus reais plotados e checar se algum desvio não previsto está ocorrendo. Se sim, tentar fazer alguma correlação com o gráfico de torque;

9. Interpretação dos dados/ análise da tendência do poço



Monitoramento dos parâmetros, mencionados no item um, ao longo da perfuração e caso algum desvio seja detectado procurar identificar quais os indícios que o poço estava fornecendo imediatamente antes ou logo assim que o problema ocorreu.

No presente trabalho por dispor de dados de poços já perfurados, foi realizada uma retro-análise dos mesmos e o mapeamento dos problemas operacionais ocorridos durante sua perfuração. De posse destes problemas foram identificados quais parâmetros que foram alterados e serviriam como bons indícios para avisar a ocorrência dos mesmos. Uma correlação entre os gráficos de torque e hidráulica é sempre realizada a fim de esclarecer a origem e facilitar o real entendimento do problema;

Para melhor esclarecimento do fluxo de trabalho durante a etapa de acompanhamento, segue abaixo a figura 13 com o organograma da metodologia de trabalho da etapa de acompanhamento.

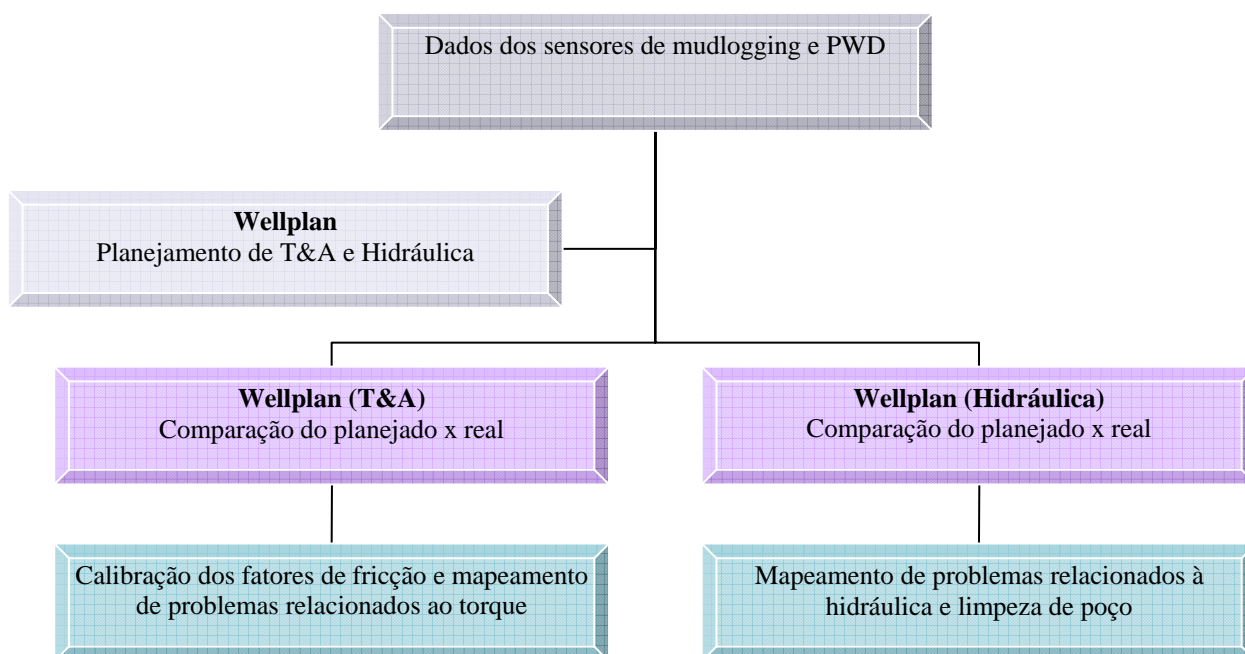


Figura 13: Organograma da metodologia da etapa de acompanhamento