

## PROJETO DE PERFURAÇÃO: ESTUDO DE CASO EM ÁGUAS ULTRA PROFUNDAS COM UM POÇO DIRECIONAL

MATEUS CORREA DE OLIVEIRA<sup>1</sup>; BRUNO KABKE BANDEIRA<sup>2</sup>; BRUNO VERNOCHE<sup>3</sup>; JOSIAS PEREIRA DE OLIVEIRA JR.<sup>4</sup>; KEVIN BORGES GARCIA<sup>5</sup>; ANTÔNIO ALVES DA SILVA JUNIOR<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas - m.mateuscorrea@gmail.com

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas - bruno.kabke@hotmail.com

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas - vernochi\_7@hotmail.com

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas - jp\_oliveirajunior@hotmail.com

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas - eng.kevingarcia@gmail.com

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas - alves.petroleo@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

Um projeto de exploração e produção de petróleo é composto por diversas etapas, responsáveis por analisar o potencial do reservatório, perfurar as rochas avaliadas, completar o poço – garantindo a segurança do projeto – e instalar os equipamentos de produção – responsáveis por trazer os hidrocarbonetos para a superfície. Nos últimos anos, ao passo que novas fronteiras exploratórias são descobertas, a tecnologia dos equipamentos utilizados evoluiu, assim como a complexidade dos reservatórios a serem explorados. Atualmente, os reservatórios mais recentes estão localizados em zonas de águas profundas, a altas pressões e altas temperaturas.

Alguns reservatórios considerados complexos, como os encontrados em águas ultra profundas do Brasil e do Golfo do México, possuem grandes espessuras de camadas salinas, dificultando a perfuração. Como o sal possui comportamento plástico, é necessário utilizar revestimentos entre essas camadas, prevenindo o desmoronamento do poço. POIATE et al. (2006) apresenta uma metodologia de perfuração em camadas espessas de sal na qual indica a utilização de revestimentos no topo, no meio e na base da camada salina.

Dentre a evolução das tecnologias nas últimas décadas, a perfuração de poços em águas profundas é uma das mais destacadas, visto que a profundidade da lâmina d'água está em constante evolução.

A perfuração direcional é uma técnica usada na exploração de hidrocarbonetos e uma das tecnologias que mais evoluiu nos últimos anos. Essas inovações tecnológicas permitem perfurar lateral ou horizontalmente abaixo da superfície expondo, assim, uma maior área de reservatório, aumentando a produtividade de um poço (ROCHA, 2008). Nos reservatórios supracitados, a perfuração direcional surge como um método para atingir as camadas com potencial exploratório, evitando a perfuração do sal.

O presente trabalho tem como objetivo realizar um projeto de perfuração de um poço de produção direcional em lâmina d'água ultra profunda. Para isso, devem ser dimensionados os equipamentos necessários para garantir o êxito do projeto, bem como os fluidos de perfuração que garantem a integridade do poço.

### 2. METODOLOGIA

O estudo de caso foi elaborado a partir do banco de dados de um poço perfurado em águas ultra profundas, com lâmina d'água de 2289m e profundidade final de 8580m. O banco de dados é dividido em dois estágios: a apresentação dos dados de profundidade, da litologia encontrada naquela profundidade, da

pressão de poros e de fratura e, em um segundo momento, o relatório de perfuração do poço, com dados como o ângulo de inclinação, o ângulo de azimute e a profundidade vertical de cada ponto. O desenvolvimento do estudo foi realizado conforme o fluxograma apresentado na Figura 1

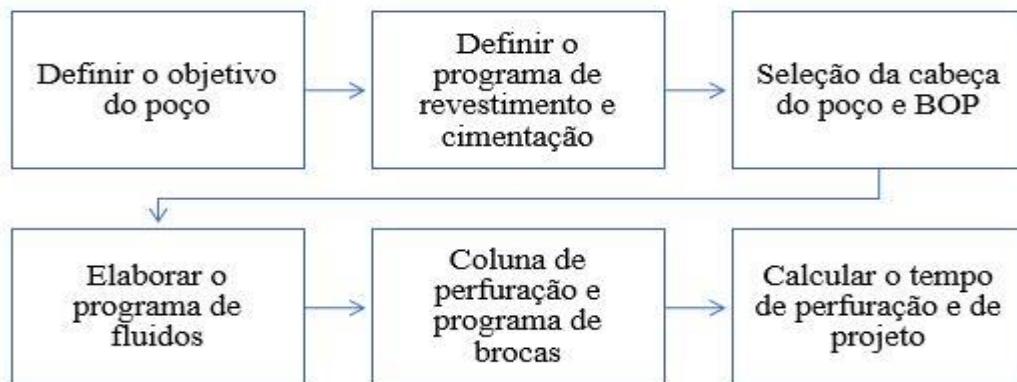


Figura 1 – Metodologia aplicada no trabalho

O programa de revestimento e cimentação do poço depende da profundidade do poço, do tipo de formação encontrada e, consequentemente, dos valores de pressão de poros e pressão de fratura dessas formações. Além disso, essas pressões dão origem a chamada janela operacional do poço, que limita a densidade dos fluidos de perfuração. O número de fases de perfuração, bem como o tipo de cimento e os aditivos adicionados são definidos durante essa etapa.

É possível definir, também baseado nas pressões de poros e de fratura, os equipamentos que garantem a segurança do projeto, como o *blow out preventer* (BOP) – conjunto de válvulas responsável por controlar o poço em situações emergenciais – e a cabeça do poço.

Uma das partes finais do projeto, antes da perfuração, consiste na construção da janela operacional do programa de fluidos do poço, de modo que a densidade do fluido escolhida previna o influxo de fluidos da formação para o poço – conhecido como *kick* – e evite o colapso das paredes do poço, entre outras funções.

Por fim, o design da coluna de perfuração e do tipo de broca depende, basicamente, do tipo de formação que é perfurada naquele intervalo e do desgaste de cada broca. Considerando essas variáveis, é possível calcular o tempo de perfuração e definir o tempo final de projeto.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O poço a ser construído possui o objetivo de produzir óleo e gás a partir da rocha reservatório estudada. Como trata-se de um poço direcional, o projeto apresenta, logo no começo, angulações que desviam o poço e, no final da trajetória, o poço é horizontalizado para atingir o objetivo traçado. A Figura 2 mostra a modelagem do poço realizada através do AutoCAD. A zona vertical inicial corresponde a lâmina d'água.

A partir da construção da janela operacional do poço, apresentada na Figura 3, é definido o número de fases de perfuração, o diâmetro dos revestimentos escolhidos e o tipo de aço de cada seção. Foram definidas, para esse poço, cinco seções: condutora, superfície, intermediária 1, intermediária 2 e de produção. As sapatas dos revestimentos são assentadas, respectivamente, nas seguintes profundidades: 9500ft, 16500ft, 18000ft, 22500ft e 28150ft'.

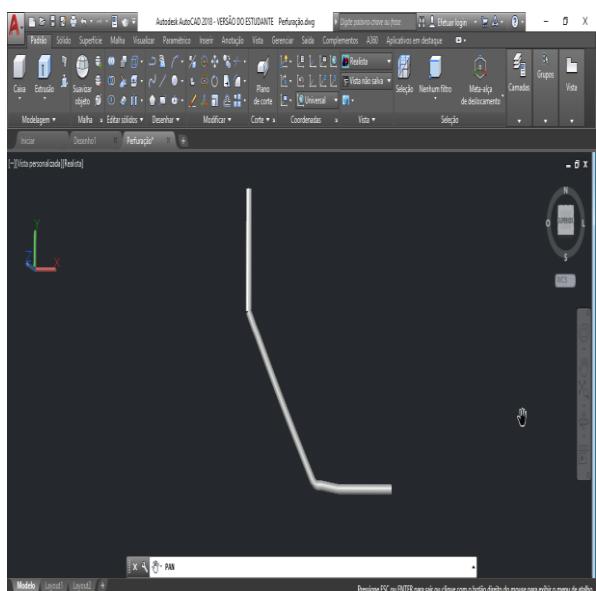


Figura 2 – Projeto do poço

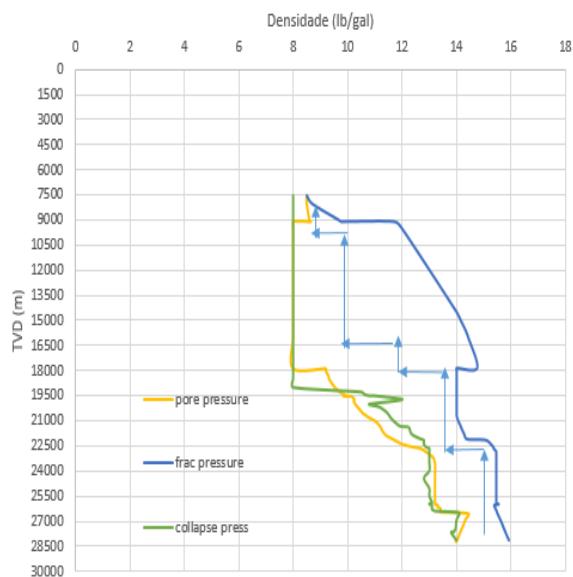


Figura 3 – Janela operacional dos fluidos

A escolha dos diâmetros dos revestimentos leva em consideração a quantidade de seções do poço e os diâmetros mais comuns apresentados na literatura. Os revestimentos escolhidos são 30", 20", 13 3/8", 9 5/8" e 7".

Para a definição do tipo de aço do revestimento, são considerados os diâmetros de cada seção, bem como a profundidade. Para as duas primeiras seções (condutora e superfície), é indicado o aço X52, devido ao diâmetro do poço. O aço N80 é indicado para as seções intermediárias em função da profundidade do poço (FERREIRA, 2015). Por fim, o aço P110 é utilizado na ultima seção por ter elevada resistência a tração e ser empregado em poços profundos.

A pasta de cimento usada na indústria do petróleo consiste basicamente de cimento, aditivos e água. O cimento Portland é o material escolhido em praticamente todas as operações de cimentação primária, pois é de fácil acesso, além ser o mais viável economicamente. Para o presente estudo, o programa de cimentação do poço foi definido com o objetivo de fixar a tubulação e evitar com que ocorra migração indesejada de fluidos entre o poço e a formação.

Para o revestimento condutor, utiliza-se o cimento Portland tipo G. A medida que as camadas de sal são perfuradas, é necessário adicionar NaCl para melhorar a pega do cimento. No revestimento intermediário secundário e no de produção, são utilizados cimentos do tipo F, em função das altas profundidades.

Quanto ao sistema de segurança, Ohara (2008) destaca que o dimensionamento do BOP é feito ao calcular a pressão na cabeça de poço, que será suportada pelo BOP. Leva-se em consideração o diferencial de pressão hidrostática da pressão de poros e a pressão hidrostática do gás, sendo a máxima pressão hidrostática de poros e do gás obtida na região mais profunda do poço.

O programa de fluido de perfuração é definido de acordo com o tipo de formação que é perfurada. Como o poço em questão tem uma camada de sal muito grande, torna-se necessário um fluido de perfuração compatível com esse tipo de formação. Portanto, foi selecionado um fluido base sintética de emulsão inversa (entre 10% e 45% água) com a seguinte formulação básica: Óleo sintético, salmoura (NaCl, CaCl<sub>2</sub>), emulsificantes, alcalinizantes, modificador reológico e adensante (Baritina).

Tal fluido apresenta as seguintes vantagens: ótimo desempenho nos poços de alta temperatura e pressão, não danifica as formações produtoras, não reage

com folhelhos argilosos e plásticos, inibe formações de halita, é ideal para perfuração de poços direcionais, inibe a corrosão e prolonga a vida das brocas.

Para a coluna de perfuração, foram selecionados *Drill Pipes* tipo *Premium* que se enquadram ao tipo de perfuração offshore executada. Dessa forma, definiram-se cinco diâmetros de *Drill Pipes*: 6 5/8", 5 1/2", 5", 4 1/2" e 4". Para o comprimento de poço, serão necessários 954 tubos para atingir o reservatório, uma vez que, cada tubo possui aproximadamente 30 ft de comprimento.

Pela análise das litologias, são escolhidas as brocas ideais para cada formação. Duas brocas foram selecionadas, sendo a do tipo PDC para trabalhar em zonas de alta penetração, em formações plásticas, como o sal, e em litologias com presença de folhelho e a Tricônica com Dentes Insertos para formações mais duras, baixa taxa de penetração, como os arenitos, calcários e rochas que englobam o embasamento, além de regiões com altas temperaturas.

Faz-se necessária, também, a escolha dos diâmetros das brocas. Foram analisados os diâmetros do revestimento que seriam utilizados no poço, de modo que o diâmetro da broca fosse superior ao diâmetro dimensionado, criando um espaço anular entre a formação e o revestimento, a fim de cimentar o poço e garantir a integridade do projeto. As brocas selecionadas são: 36", 26", 17 1/2", 12 1/4" e 8 1/2". Por fim, após a seleção de todos os equipamentos e seus respectivos diâmetros a serem utilizados para atingir o reservatório, foi calculado o tempo de projeto. Para tal, levou-se em consideração a taxa de penetração, a compressão da rocha, o peso sobre a broca, o diâmetro do poço e a velocidade de rotação. Aproximadamente, o tempo de projeto é de 110 dias de perfuração.

#### 4. CONCLUSÕES

Ao realizar o dimensionamento da perfuração de um poço de petróleo constatou-se que muitas são as variáveis envolvidas durante a evolução do projeto. O estudo de caso obteve seu objetivo proposto pois estuda os conceitos de geologia e engenharia envolvidos no projeto de um poço, ainda que de forma direta e simplificada.

Além disso, é interessante realizar um estudo de viabilidade econômica a cerca do projeto para estimar os custos de perfuração, já que as técnicas de perfuração direcional são mais caras que as convencionais, bem como a utilização de softwares que testem a eficácia do modelo proposto.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**FERREIRA, G. P. Práticas de projeto em revestimento e cimentação para poços submetidos a injeção de vapor.** 2015. 64f. Monografia (Bacharel em Engenharia de Petróleo). Curso de engenharia de Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

**OHARA, S. Perfuração de Poços: Parte 3 - Controle de Poço,** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

**POIATE JR, E.; COSTA, A. M.; FALCAO, J.L.** Well Design for Drilling Through Thick Evaporites Layers in Santos Basin – Brazil. In: **IADC/SPE DRILLING CONFERENCE**, Miami, 2006. SPE 99161

**ROCHA, L.A.S. Perfuração direcional.** Rio de Janeiro: Interciênciac, 2008, 2v.