

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

ASSENTAMENTO DE SAPATAS DE REVESTIMENTOS EM UM POÇO DE PETRÓLEO
PELO MÉTODO GRÁFICO DA JANELA OPERACIONAL

AUTORES:

Armando Almeida dos Santos Neto
Raul José Alves Felisardo
Wesley Andrade Santos

INSTITUIÇÃO:

Universidade Tiradentes

ASSENTAMENTO DE SAPATAS DE REVESTIMENTOS EM UM POÇO DE PETRÓLEO PELO MÉTODO GRÁFICO DA JANELA OPERACIONAL

Abstract

In the construction of oil wells, one of the most important, and undoubtedly most critical phase is the casing shoe run of the coatings. In addition to the added value, the next phases of well construction depend on the success of this stage, as it analyzes the geopressions exerted by geological formation fluids. Among the existing methods for the casing shoes run of oil well, the graphical method of window analysis is a good alternative when there is little data on the reservoir. Although not as true to reality as compared to other methods, this does not take into account factors such as kick tolerance and the well geometry. The method in question is used as a preliminary and/or comparative study in many situations. Given these factors, this work aims to simulate the casing shoe run in an oil well from the graphical analysis of the operating window. Firstly, a Geological Forecast Chart (GFC) was chosen from an offshore well in the Camamu-Almada Basin, located in the central coast of the state of Bahia. From GFC input data (depths, fluid density and pore gradient), specific equations and Microsoft Excel tools were used to calculate fracture gradient, stress and overload gradient to analyze the location of the casing shoe run. Subsequently, a specific configuration of the well casings was proposed aiming at the reduction of phases from the evaluation of the geological characteristics of the formation. Thus, it was observed that the graphical method of window analysis was efficient to determine the depths of the casing shoe of the coatings.

Introdução

O petróleo é um combustível fóssil que se encontra entre as maiores fontes de energia da atualidade, em 2016 representava 31,9% da matriz energética mundial (IEA, 2018), possibilitando a realização de várias atividades como produção de combustível automotivo, funcionamento de termoeletricas, produção de plástico, borrachas sintéticas, tintas, entre outros produtos. A demanda desta energia vem aumentando mundialmente cada vez mais e é esperado um aumento de 56% no consumo até 2040 (EIA 2013).

Por esses motivos, a indústria do petróleo é, sem dúvidas, uma das mais fantásticas atividades produtiva organizada na existência do ser humano (THOMAS *et al*, 2004). No geral, esta indústria envolve diversas etapas entre exploração, perfuração, elevação, completação e refino, até se chegar ao produto final.

Dentre essas, a fase de perfuração de poços, é uma etapa primordial e requer, em conjunto, conhecimentos e tecnologia. Nesta etapa inicia-se um trabalho contínuo que só se conclui ao ser atingido a profundidade final programada pelos estudos geológicos. Atrelado a isto tem o papel dos revestimentos que por função exerce sustentação de um poço deixando-o apto para as etapas seguintes (CORREIA, 2012). O número de fases varia a depender das características do poço, como a profundidade final, número de zonas produtoras e análise geológica (THOMAS, 2004; SILVA, 2015).

Segundo Silva (2015), dentre as razões da necessidade de revestir os poços de petróleo destaca-se a relação com as pressões, tensões e geopressões existente nas formações geológicas. Assim, as análises desses aspectos se mostram cruciais para determinar fatores como as curvas de sobrecarga, fratura e pressão de poros. A partir destas curvas se podem determinar a janela operacional que entre outras, definirá o assentamento de sapatas dos revestimentos (PEREIRA, 2007).

Diante disto, o objetivo deste trabalho é determinar as profundidades de assentamento de sapatas dos revestimentos de um poço de petróleo a partir do método gráfico da janela operacional. Para o estudo, considerou-se um Quadro de Previsões Geológicas que mostrou as características da formação de um poço em situação *offshore* da Bacia Camamu-Almada, situado na região central do litoral do estado da Bahia e as profundidades dos objetivos da perfuração. Outrossim, Fez-se uma análise do alcançado e propôs-se nova configuração para as profundidade de assentamento das sapatas que dentre os critérios utilizados, aspectos geológicos foram cruciais.

Metodologia

Para realizar o proposto utilizou-se o critério gráfico da janela operacional para o assentamento de sapatas de revestimento de um poço de petróleo. Este método faz uso dos gradientes de pressão de poros e gradientes de pressão de fratura, com respectivas profundidades, para determinar a localização do assentamento de sapatas dos revestimentos. Na Figura 1, tem-se um Quadro de Previsões Geológicas (QPG) o qual em conjunto com os dados de entrada, apresentados no Quadro 1, calculou-se o gradiente de poros, tensão de sobrecarga e gradiente de poros, de acordo com as Equações 1, 2 e 3, respectivamente.

- Gradiente de poros

$$G_{ov} = \frac{P_{ov \text{ acumulada}}}{0,1704 * H} \quad (1)$$

- Tensão de sobregarga acumulada

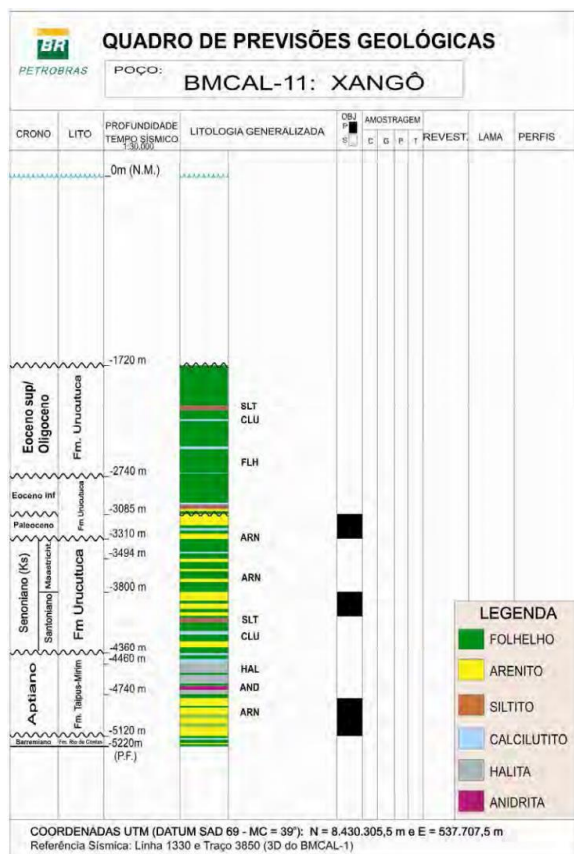
$$\sigma_{ov} = 1,422 * (\rho_{bi} * G_p) \quad (2)$$

- Gradiente de fratura

$$G_f = G_f + k * (G_{ov} - G_p) \quad (3)$$

Onde G_{ov} é o gradiente de sobrecarga (lb/gal); H é a altura (m); σ_{ov} é a tensão de sobrecarga acumulada (psi); ρ_{bi} é das camadas de formação (g/cm³); G_p é o gradiente de poros (lb/Gal); G_f é gradiente de fratura (lb/gal) e k a constante de correlação entre tensões efetiva.

Figura 1: Quadro de Previsões Geológicas



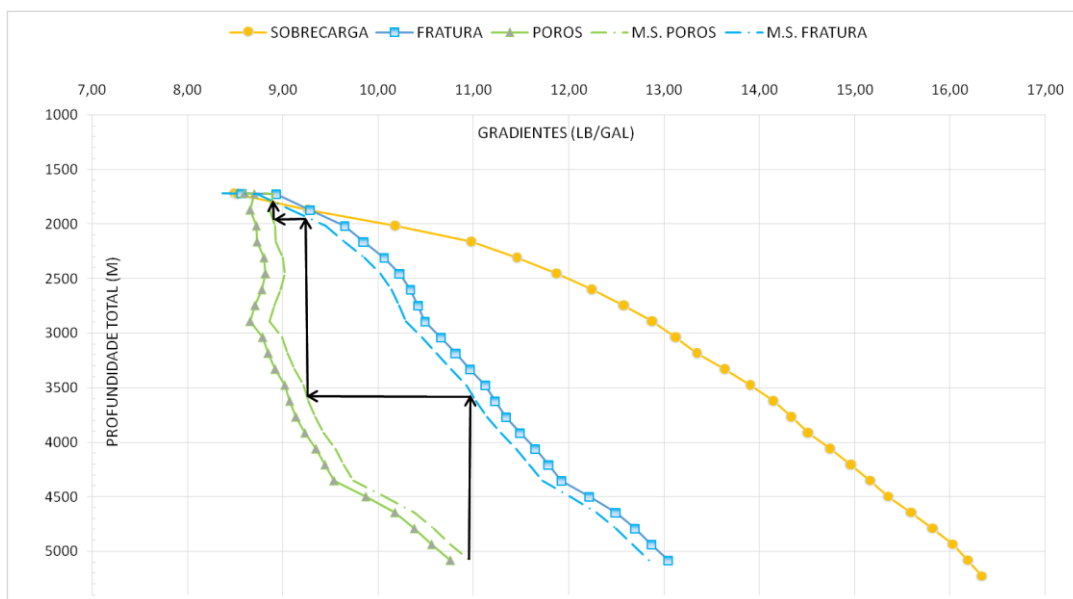
Quadro 1: Dados de entrada

DESCRIÇÃO	PROF. TOTAL (m)	DENSIDADE (lb/gal)	GRADIENTE DE POROS (lb/gal)
LDA	1720	8,50	-
Sedimentos	1725	17,00	8,60
	1871	18,00	8,70
	2017	22,00	8,66
	2163	22,00	8,72
	2309	18,50	8,73
	2455	18,50	8,80
	2601	18,50	8,82
	2747	18,50	8,78
	2893	18,50	8,71
	3039	18,00	8,66
	3185	18,00	8,79
	3331	20,00	8,85
	3477	20,00	8,92
	3623	20,00	9,02
	3769	19,00	9,07
	3915	19,00	9,14
	4061	21,00	9,23
	4207	21,00	9,35
	4353	21,00	9,44
	4499	21,00	9,54
	4645	23,00	9,87
	4791	23,00	10,18
	4937	23,00	10,38
	5083	21,50	10,56
	5229	21,50	10,76

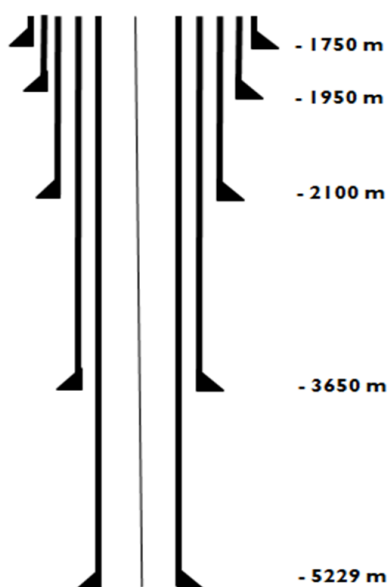
A partir dessas equações, considerando uma margem de segurança de 0,20 e um constante de correlação entre tensões efetiva igual a 0,41, fez-se uso da ferramenta Excel e determinou as geopressões (tensão de sobrecarga e gradiente de fratura). A partir de uma análise crítica dos resultados, e levando em consideração as características geológicas apresentadas no QPG, assentou-se as sapatas e determinou-se o número de fases do poço.

Resultados e Discussão

Com o cálculo das geopressões, considerando a margem de segurança indicada, obteve-se a janela operacional. A partir disto, foi possível determinar as profundidades de assentamentos de sapatas. A Figura 2 apresenta as curvas da tensão de sobrecarga, gradiente de fratura e gradientes de poros com suas respectivas margens de segurança.

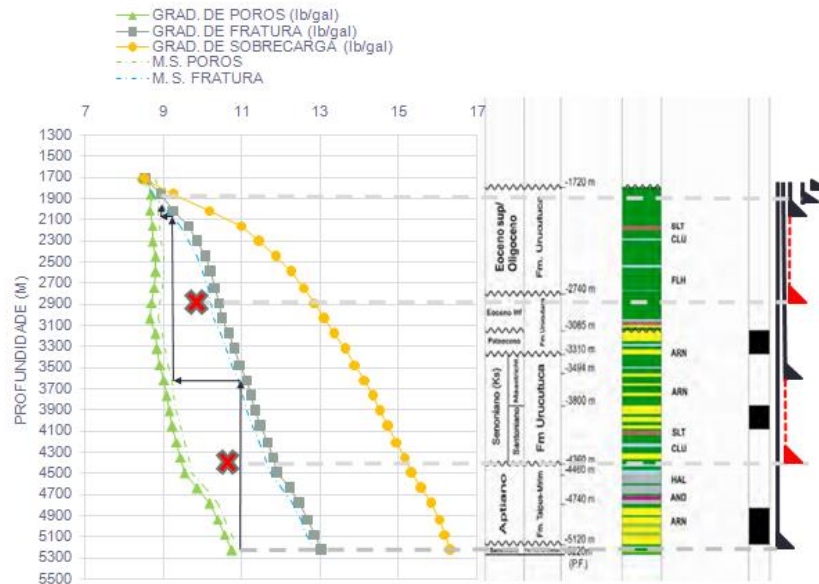
Figura 2: Assentamento de sapatas pelo método da janela operacional

A partir disto, percebe-se que o poço, pelo método da janela operacional apresenta 5 fases. Cada ponta da seta representa uma fase e significa a profundidade de assentamento das sapatas. Ressalta-se que além das fases demonstradas na Figura 2, temos a 1ª fase jateada (LDA = 1720 m). Na Figura 3 (Figura ilustrativa dos revestimentos do poço de petróleo) tem-se as profundidade de assentamento de cada sapata. Para tal, considerou-se a LDA e a profundidade vertical (TVD) de 5229 m conforme os dados do Quadro 1.

Figura 3: Ilustração dos revestimentos de um poço de petróleo com respectivas profundidades de assentamento das sapatas e com I fase jateada.

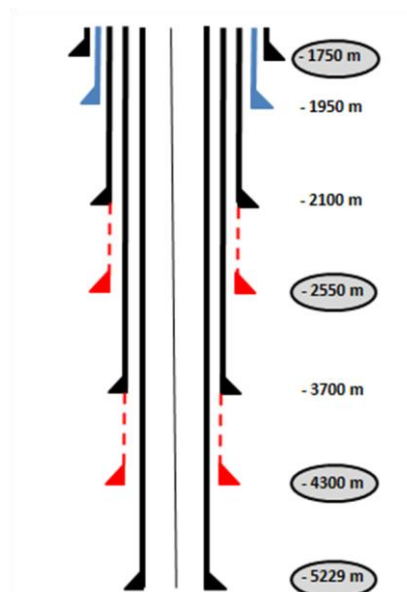
Seguindo com o estudo, propôs-se uma nova configuração para o poço em estudo. Este novo rearranjo teve como intuito, reduzir o número de fases (vantajoso economicamente) e as características geológicas apresentadas no QPG. Na Figura 4 tem-se a nova configuração em comparação com o Quadro de Previsões Geológicas.

Figura 4: Comparação do QPG e da janela operacional com a proposta de redução de fase



Como indicado em vermelho (Figura 4) a nova configuração para o poço teve como objetivo afastar o assentamento das sapatas de rochas consideradas críticas para esta etapa de um poço de petróleo, além de deixar os objetivos secundários em uma única fase. A Figura 5 mostra as respectivas profundidades do novo rearranjo.

Figura 5: Nova configuração para as profundidades das sapatas dos revestimentos



Ressalta-se que a 2ª fase, indicada em azul (1950 m), não foi levada em consideração, pois como a primeira fase foi jateada com comprimento de 30m (em 1750 m) a fase II tornou-se opcional, pois tem o mesmo objetivo da fase I que, entre outras, sustenta os equipamentos de superfície e as formações mais superficiais.

Conclusões

Assim, pode-se perceber a importância da análise das geopressões para a determinação do comprimento e das profundidades de assentamentos das sapatas dos revestimentos do poço de petróleo. Dentre alguns métodos existentes, o método da janela operacional se mostra eficiente quando não se considera aspectos geológicos dos reservatórios. No entanto, prioritariamente, as características de formação são quem define de fato onde se devem assentar cada sapata de revestimento. Assim, a análise e proposição de uma nova configuração para o poço estudado, levando em consideração os tipos de rochas existentes, as geopressões e os objetivos da perfuração (zonas produtoras), mostraram-se satisfatória. Com isso, a terceira fase do revestimento que antes estava na profundidade -2100 m passou para -2550 m enquanto que a quarta fase a -3700 m foi para -4300 m evitando que as sapatas sejam assentadas em rochas problemáticas ou em zonas de risco.

Referências Bibliográficas

CORRÊA, O. L. S.; **Petróleo: Noções sobre exploração, perfuração, produção e microbiologia**, Interciência, Rio de Janeiro, 2012.

E.I.A. US. **Annual energy outlook 2013**. Washington D.C.: U.S. Department of Energy; 2013.
Disponível em:
<https://www.iea.org/statistics/?country=WORLD&year=2016&category=Key%20indicators&indicator=TPESbySource&mode=chart&dataTable=BALANCES>. Acesso em 13 de setembro de 2019.

PEREIRA, Bruno César Murta. **Proposta de uma Metodologia para Estimativa de Geopressões**. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

SILVA, Daniel Soares. **Estudo de Geopressões e Assentamento de Sapatas de Revestimento**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, 2015.

THOMAS, J. E. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.