

9º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



9º CONGRESSO
Brasileiro de P&D em
PETRÓLEO E GÁS

Maceió, AL
de 09 a 11 de novembro
2017

Realização:



ABPG
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE P&D EM
PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Estudo Sobre A Influência Da Permeabilidade E Do Regime De Fluxo Na Produção De Um Reservatório

AUTORES:

Gabriela Menezes Silva, Raul José Alves Felisardo, Eulina Maria Farias Costa

INSTITUIÇÃO:

Universidade Tiradentes

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás - 9º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás - ABPG, no período de 09 a 11 de novembro de 2017, em Maceió/AL. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 9º PDPETRO.

Estudo sobre a Influência da Permeabilidade e do Regime de Fluxo na Produção de um Reservatório

Abstract

An oil reservoir is defined as a porous and permeable rock containing fluid whether liquid or gaseous. The permeability, characteristic of a rock to allow the flow of fluids, is of great importance on the reservoir behavior. Studying this and other features of a reservoir is important to produce an amount of oil or gas in an economically advantageous manner. This work has the objective of analyzing graphically how the pressure of a reservoir, with pre-defined characteristics, behaves due to the change of permeability with variation of the distance in relation to the time of production, using the solution of the equation of diffusivity for transient flow. With the aid of maps, with different times and equipotential lines that illustrate the pressure distribution, it was possible to ratify the flow regime in the reservoir. The pressure of a reservoir is presented as a power source for the production of the same. Thus, it is observed that with a certain time of production this source loses forces, necessitating a feed to restore the pressure. Therefore, it is concluded that studying reservoir engineering is essential for decision making, since this knowledge is crucial for the economic life of a reservoir.

Keywords: Reservoir; permeability; transient;

Introdução

A produção de um reservatório de petróleo, pelo menos no início da sua vida, deve-se à energia armazenada nos fluidos. Essa energia é proveniente de diversos mecanismos de produção que normalmente atuam nos reservatórios, onde para todos os mecanismos existem características intrínsecas que nos levam a estudos específicos (ROSA et al., 2011).

Nestes estudos é de grande importância o conhecimento de propriedades básicas das rochas e dos fluidos nelas contidas. Essas propriedades determinam a quantidade dos fluidos existentes no meio poroso, a sua distribuição, a capacidade deles se moverem e a fração de fluidos extraídos. Além da porosidade, propriedades como compressibilidade, saturação, permeabilidade e mobilidade são imprescindíveis para a engenharia de reservatório, pois permitem a tomada de decisões no estudo de um poço. Nessa perspectiva tem-se que a influência da permeabilidade e do regime de fluxo na produção de um reservatório é fundamental para a extração de petróleo (THOMAS et al., 2004).

Permeabilidade é, em suma, a medida da capacidade de uma rocha permitir o fluxo de fluidos. Apesar da presença de poros nas rochas, que podem conter hidrocarbonetos armazenados, isto não é garantia de que possam ser extraídos. Para isso a rocha deve permitir o fluxo de fluidos através dela. Os fluidos percorrem os canais porosos, e se estes são cheios de estrangulamentos, muito estreitos e tortuosos, o grau de dificuldade para os fluidos se locomoverem no seu interior será maior. Os poros maiores e mais conectados oferecem menor resistência ao fluxo de fluidos (BARILLAS, 2005).

Para saber sobre a permeabilidade é crucial o conhecimento do regime em que o reservatório está submetido. Entre os fluxos existentes, o fluxo radial é aquele que ocorre radialmente em duas direções os quais são representadas por coordenadas cilíndricas. No regime transiente, para este tipo de fluxo, não é considerado fluxo na direção vertical, que o limite do reservatório ainda não foi atingido pela

queda de pressão e que a pressão varia com a distância e com o tempo. O regime transiente é típico de períodos curtos de produção, como ocorre em testes de formação.

Logo, com o objetivo de verificar a variação de pressão frente a diferentes permeabilidades para um regime transiente, apresenta-se a seguir um estudo sobre o comportamento de um reservatório.

Metodologia

O trabalho foi realizado em planilha Excel, onde foram calculadas as pressões no poço em dois pontos do reservatório em função do tempo e da distância de 300 m e 1000 m. Segundo a Equação 1 da difusividade para regime transiente e geometria radial e dados sintéticos mostrados abaixo foi possível gerar gráficos de pressão versus tempo para diferentes distancias, diferentes permeabilidades e fazer a construção de mapas, ilustrando a distribuição da pressão no reservatório contendo o poço e linhas equipotenciais esquemáticas:

$$p_w(t) = p_i - \frac{q_w \cdot \mu}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h} \left[\frac{1}{2} \ln \left(\frac{4 \cdot k \cdot t}{\gamma \cdot \Phi \cdot \mu \cdot C_t \cdot r_w^2} \right) \right]$$

Onde $p_w(t)$ é a pressão do poço, p_i é a pressão inicial, q_w é a vazão, μ é a viscosidade, π é um constante, k representa a permeabilidade, h é a altura, t é o tempo, γ é uma constante, Φ representa a porosidade, C_t é a compressibilidade e r_w^2 é o raio do poço N é a densidade do número de partículas.

Pressão original = 100 kgf/cm²

Permeabilidades = 83, 250, 522 e 886 mD

Viscosidade do óleo = 3 cp

Bo (Fator volume de formação) = 1,25 m³/m³ std

Espessura do reservatório = 4 metros

Porosidade = 20%

Compressibilidade total = 130 x 10⁻⁶ kgf/cm^{2 (-1)}

Vazão de óleo = 35 m³/dias

Raio do poço = 0,1 metros

Tempo de produção: 0.01; 0.1; 1; 10; 30; e 100; (dias)

Resultados e Discussão

Influência da Permeabilidade no Comportamento da Pressão

A pressão de um reservatório apresenta-se como fonte de alimentação para a produção do mesmo. É notório que com um determinado tempo de produção essa fonte perde forças. Um dos fatores determinantes para a intensidade na queda de pressão próxima ao poço produtor é a permeabilidade do

reservatório, pois é ela que garante ou restringe o fluxo do fluido no mesmo. A fim de analisar a influência da permeabilidade na pressão de um poço apresenta-se a seguir a figura 1 o qual mostra um gráfico com pressão do reservatório junto ao poço (P_w) frente ao tempo (em dias) após o início da produção. Para a construção do gráfico da figura 1 utilizou-se as permeabilidades de: 83, 250, 522 e 886 mD, a partir destas calculou-se a pressão do reservatório e construiu-se um gráfico com os seguintes tempos: 0.01; 0.1; 1; 10; 30; 50 dias.

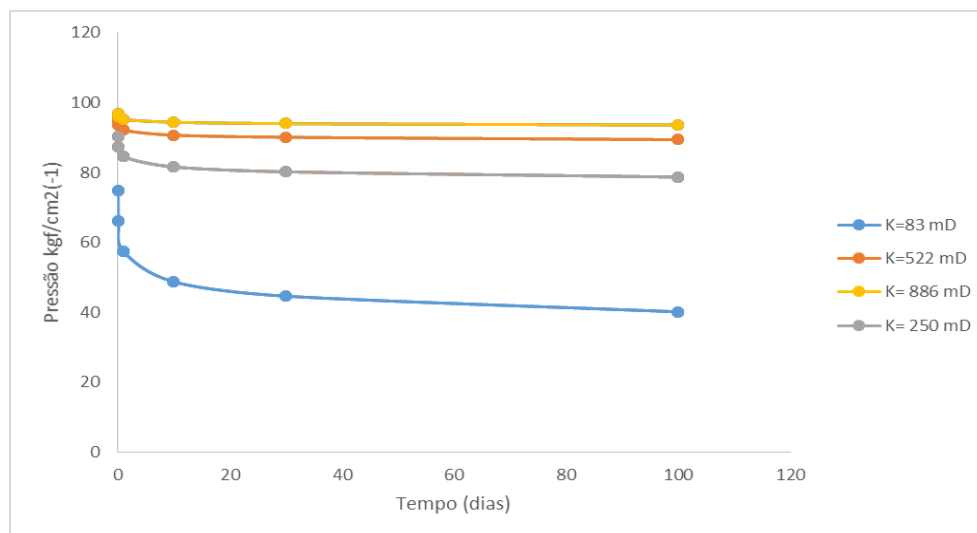


Figura 1: Influência da Permeabilidade no Comportamento da Pressão

Como se pode perceber, quanto maior a permeabilidade de um reservatório menor é a queda de pressão do mesmo, visto que por definição, a permeabilidade é um fator geométrico que define características de transmissão de fluidos em um meio poroso, representando a área de fluxo efetiva na escala dos poros que pode ser considerada como uma função do meio poroso (FREEZE e CERRY, 1979).

Assim quanto maior a permeabilidade, mais facilmente o fluido escoar e mais rápido é a alimentação da pressão para o poço, garantindo com isso menor queda de pressão.

Influência da distância em relação ao poço no Comportamento da Pressão

Dentre diversas informações a serem obtidas a respeito da produção de petróleo, a queda de pressão é uma das mais importantes. Para isto, faz-se necessário um conhecimento das leis que regem o movimento dos fluidos, ou seja, conhecer-se a geometria e o fluxo de um reservatório. Para um fluxo radial com regime transiente a pressão varia com a distância e com o tempo assim a análise desta em diferentes distâncias torna-se de grande importância. Partindo-se de uma permeabilidade de 83 mD calcula-se a pressão do reservatório em 300 e 1000 metros de distância do poço. A figura 2 mostra um gráfico que correlaciona essas medidas.

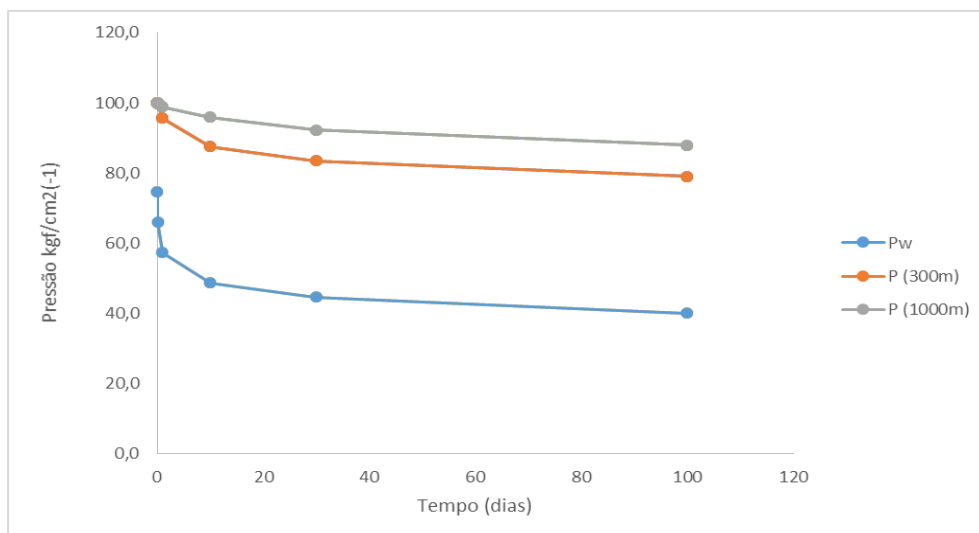


Figura 2: Comportamento da pressão frente à distância a partir do poço produtor.

Como se pode perceber, quanto menor a distância do poço, maior faz-se sentir a queda de pressão. Típicas de reservatório que estão submetidos a regime transiente, essas características, queda de pressão, vai diminuindo à medida que se afasta do poço, onde dependendo do tempo em que está submetida à produção a queda de pressão não se faz sentir no limite do reservatório. Para um fluxo deste tipo é normal que se trate de um tempo curto de produção ou que se trata de reservatório muito grande em relação ao tamanho do poço. No momento em que a queda de pressão atinge o limite do reservatório, o regime deixa de ser transiente e passa a pseudopermanente.

Mapas esquemáticos de distribuição da pressão do reservatório: poço e linhas equipotenciais.

A seguir mostra-se um desenho esquemático de dois mapas com tempos distintos que ilustram a distribuição da pressão no reservatório, contendo o poço e linhas equipotenciais esquemáticas.

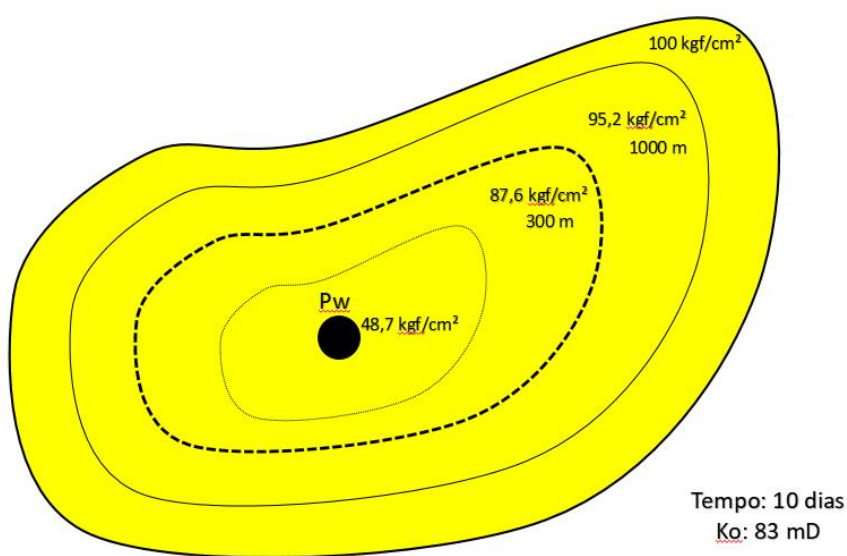


Figura 3: Mapa distribuição da pressão em 10 dias

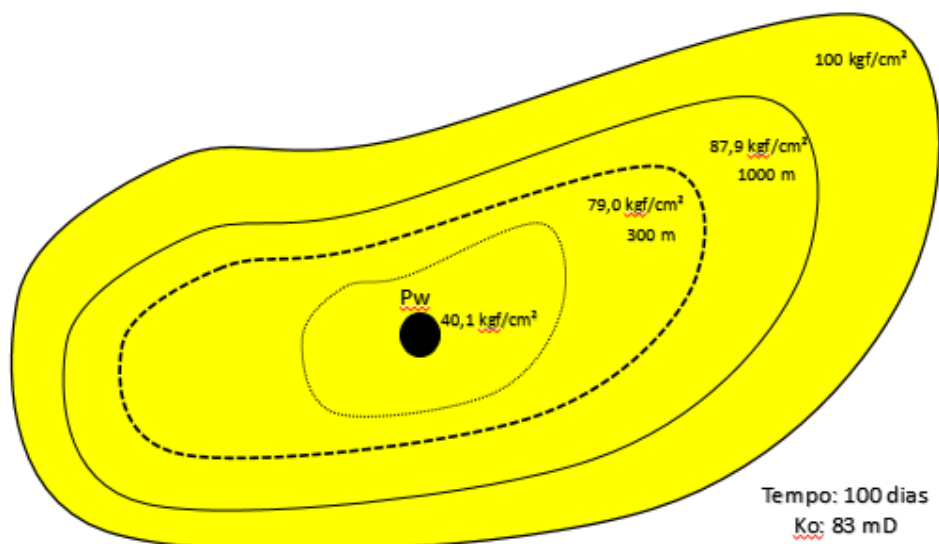


Figura 4: Mapa distribuição da pressão em 100 dias

Para o cálculo da pressão no poço e ao longo do reservatório escolheu-se permeabilidade igual a 83mD e nos tempos de 10 dias (figura 3) e 100 dias (figura 4), nota-se que, no geral, quanto mais tempo se passa maior é a queda de pressão tanto no poço quanto no reservatório. Essa queda de pressão está destacada nas linhas equipotencias ilustradas em ambos as figuras dos poços. E como é característica do fluxo em questão, essa queda de pressão varia com o tempo e com a distância.

Conclusões

De posse do exposto é relevante o quão é importante o conhecimento das características de geometria e de fluxo para o estudo do comportamento do reservatório. Ainda ressalta-se que o conhecimento prévio da permeabilidade do reservatório é crucial para tomada de decisões em relação aos métodos de recuperação ou de elevação. Logo, conclui-se que estudar a engenharia dos reservatórios é imprescindível para tomada de decisões para um campo de petróleo.

Agradecimentos

Somos gratos por todas as oportunidades que a Universidade Tiradentes nos possibilita e ao professor Dr. Claudio Borba por nos orientar tão bem.

Referências Bibliográficas

BARILLAS, Jennys Lourdes Meneses. **Estudo do Processo de Drenagem Gravitacional de Óleo com Injeção Contínua de Vapor em Poços Horizontais**. 2005. 183 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2005;

FREEZE, R. A.; CHERRY, J. A. Groundwater, Prentice Hall, Inc. U.S, p. 604, 1979;

9º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

ROSA, A. J.; CARVALHO, R. S.; XAVIER, J. A. D. **Engenharia de Reservatório de Petróleo**, Rio de Janeiro, Interciência, 2011;

THOMAS, J. E. A. P.; TRIGGIA, A. A.; CORREIA, C. A.; VEROTTI, C.; XAVIER, J. A. D.; MACHADO, J. A. D.; SOUZA, J. E. S.; PAULA, J. L.; ROSSI, N. C. M.; PITOMBO, N. E. S.; GOUVÊA, P. C. V. M.; CARVALHO, R. S.; BARRAGAN, R. V. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**, 1 ed., Rio de Janeiro, Interciência, 2004.