

UTILIZAÇÃO DE MAPAS DE QUALIDADE NA LOCAÇÃO DE POÇOS DE CAMPOS DE PETRÓLEO

THALITA LEAL¹; LETÍCIA SANTOS²; VALMIR RISSO³;

¹Universidade Federal de Pelotas – thalitaeinstein-fisica@hotmail.com;

²Universidade Federal de Pelotas – leticiasiqueirads@gmail.com;

³Universidade Federal de Pelotas – vfrisso@gmail.com;

1. INTRODUÇÃO

A engenharia de reservatórios tem como papel gerenciar e desenvolver campos de Petróleo e para isso são buscadas estratégias de produção eficientes que maximizem a recuperação de óleo e minimizem a produção de água e gás para obtenção da maior lucratividade possível. O presente trabalho tem o objetivo de desenvolver e otimizar estratégias de produção a partir da utilização das ferramentas de simulação de reservatórios, dos mapas de qualidade e do cálculo do indicador VPL (valor presente líquido) para avaliar a viabilidade econômica. O banco de dados deste estudo é do Campo de Namorado, localizado na porção centro-norte da zona de acumulação de hidrocarbonetos da Bacia de Campos, a cerca de 80 km do litoral do estado do Rio de Janeiro, sob lâmina de água de 110 a 250m.

2. METODOLOGIA

O mapa de qualidade (MQ) é uma ferramenta que auxilia na caracterização de reservatórios, pois pode mostrar o melhor lugar para instalar um poço produtor ou injetor, sendo usado na definição da estratégia de produção para aumentar a eficiência e a rapidez do processo de otimização. Foram construídos 4 tipos de MQ por diferentes métodos (analítico gerado através da equação 1, varredura, produtores fixos e produtores e injetores fixos).

$$MQ = \emptyset \cdot K \cdot \text{esp} \cdot \text{sat} \quad (1)$$

Onde, \emptyset é a porosidade, K permeabilidade em Darcy, espessura em metros e saturação.

Para obter o melhor fator de recuperação de hidrocarbonetos do reservatório e o melhor VPL foram desenvolvidas seis estratégias de produção distintas, variando dentre elas o número de poços, o tipo de injeção e o tempo de projeto. Para observar a influência dos MQ, a primeira estratégia não utilizou nenhum tipo de MQ e teve seus poços distribuídos em configuração five-spot enquanto as outras 5 utilizaram a injeção periférica e a configuração dos produtores nas melhores áreas do MQ por produtores e injetores fixos, que foi o melhor dentre os mapas desenvolvidos.

Levando em conta a produção de óleo, água e gás e os custos e tempo do projeto, o VPL de cada uma das estratégias foi calculado e foi considerada como a melhor estratégia aquela que tinha um maior valor presente líquido. A melhor estratégia passou então por um processo de otimização, onde houve uma exclusão de alguns poços com VPL negativo, o adiantamento da abertura de alguns produtores e a realocação de alguns injetores, que foram levados para a periferia do reservatório.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O banco de dados possui informações sobre o topo, base, permeabilidade, porosidade e a saturação para 18 poços. Foi construída então uma imagem que mostra os 18 poços a partir de uma interpolação no software Matlab® (fig.1), usando dados de topo, a um raio máximo de 1550m. A malha adotada neste projeto foi de 130 blocos em X e 80 em Y, tendo estes a dimensão aproximada de 107m na direção X e 104 em Y. A fig. 2 apresenta o modelo tridimensional do reservatório.

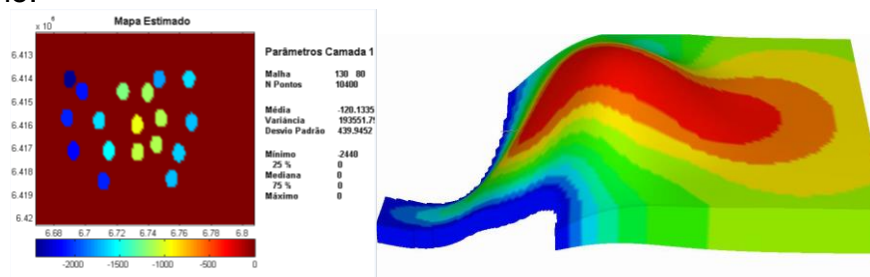


Figura 1. Mapa de visualização 18 poços. Figura 2. Vista 3D do reservatório.

A geração do mapa de qualidade analítico consiste em utilizar os dados petrofísicos do reservatório, após a normalização e multiplicação das variáveis, conforme a eq. 1, os dados são usados entrada no software matemático Matlab® através de um algoritmo de interpolação pelo método do inverso do quadrado da distância gerou um Mapa de Qualidade denominado Analítico (fig. 3).

O mapa de qualidade por varredura é construído com uma malha de 130x80 na planilha do excel, sobre a qual foram distribuídos 65 poços produtores igualmente espaçados uns dos outros. Para confecção do mapa de varredura, todos os poços presentes no campo foram fechados pelo comando SHUTIN no simulador de fluxo e depois foi aberto apenas um poço que foi mudando de posição (pela alteração de coordenadas do poço no arquivo de simulação), percorrendo todo o reservatório num processo de “varredura”. O tempo programado na simulação foi de 80 anos (fig. 4).

O mapa de qualidade por produtores fixos foi gerado com uma malha 130x80 no excel, sobre a qual foram distribuídos 65 poços produtores igualmente espaçados uns dos outros. Um arquivo de poços foi construído com as coordenadas destes poços que foram numerados de forma sequencial. Fez-se então a simulação com os 65 poços abertos a um tempo de 80 anos (fig. 5).

Utilizando novamente o mapa de qualidade de produtores e injetores fixos gerado com uma malha 130x80 no excel, sobre a qual foram distribuídos 65 poços produtores igualmente espaçados uns dos outros e 55 produtores, totalizando 120 poços em uma configuração “five-spot” de 4 produtores para cada 1 injetor (fig. 6).

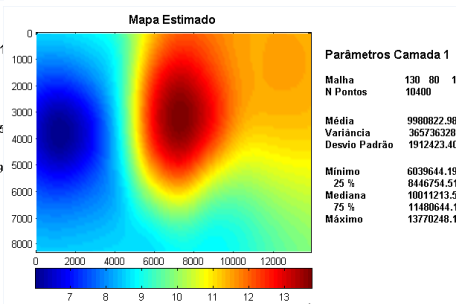
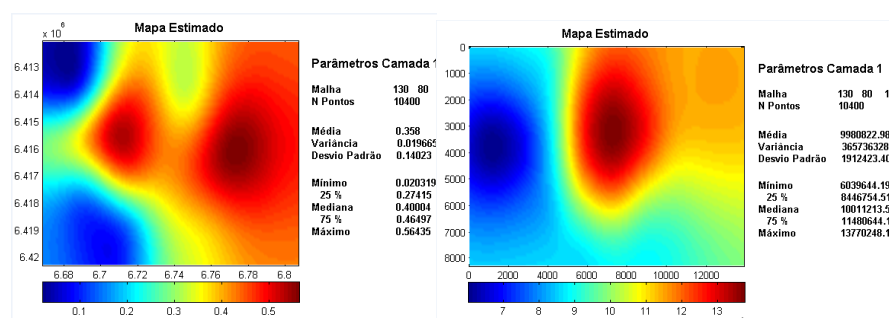


Figura 3. Mapa de qualidade Analítico. Figura 4. Mapa de qualidade por Varredura.

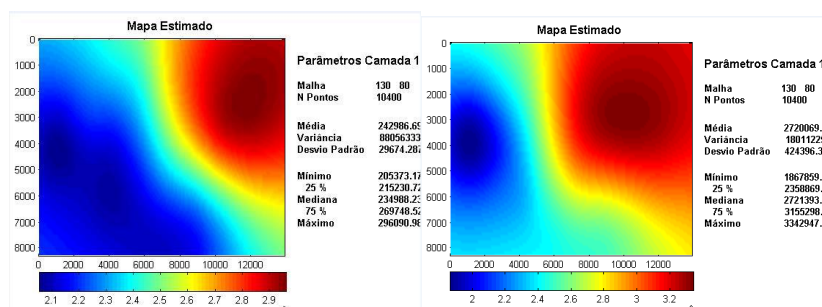


Figura 5. Mapa de qualidade por produtores fixos. Figura 6. Mapa de qualidade por produtores e injetores fixos.

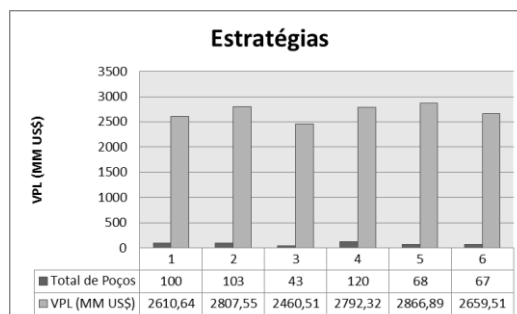
Densenvolveu-se 6 estratégias de produção, com diferentes malhas e locação de poços, bem como a variação de tempo do projeto, com a finalidade de escolher o melhor projeto, a fim de obter o melhor retorno econômico, o resultado das estratégias são apresentados na tab.1.

Tabela1. Estratégias com o indicativo do melhor VPL.

	N° Poços Produtores	N° Poços Injetores	Total de Poços	Tempo projeto	Tempo produção	N° Plataforma	Pico VPL	VPL (MM US\$)	Mapa Qualidade
Estratégia 1	65	35	100	50 anos	44 anos	5	23 anos	2610,64	Nenhum
Estratégia 2	65	38	103	50 anos	44 anos	5	27 anos	2807,55	Prod. e Inj. Fixos
Estratégia 3	25	18	43	50 anos	44 anos	3	23 anos	2460,51	Prod. e Inj. Fixos
Estratégia 4	76	44	120	50 anos	44 anos	5	27 anos	2792,32	Prod. e Inj. Fixos
Estratégia 5	43	25	68	50 anos	44 anos	4	24 anos	2866,89	Prod. e Inj. Fixos
Estratégia 6	43	24	67	34 anos	28 anos	3	23 anos	2659,51	Prod. e Inj. Fixos

O gráfico 1 apresenta a evolução das 6 estratégias gerados com dados da tab.1, onde as estratégias 2 e 5 possuem o melhor VPL.

Gráfico 1. Evolução das Estratégias.



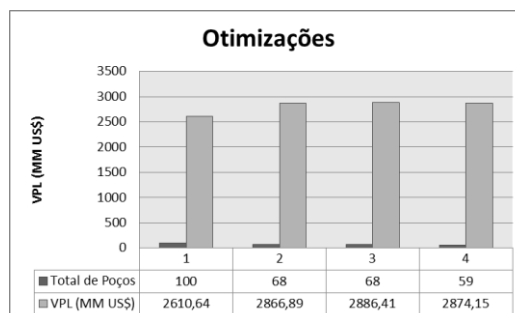
A Após a análise das 6 estratégias é necessário realizar uma otimização, neste caso selecionamos a quinta estratégia, pois possui o maior VPL. Assim, calcula-se o VPL de alguns poços no início e final do cronograma de abertura dos poços. Neste processo fechamos 7 poços, sendo 2 injetores e 5 poços produtores, onde 3 destes poços produtores apresentavam VPL negativo. Em uma breve análise da produção de óleo dos poços adiamos a produção de alguns e antecipamos outras bem como a realocação de alguns poços. Para melhor análise do projeto realizou-se uma segunda otimização, nesta fase recompletamos alguns poços, mas no quesito VPL não houve sucesso. Os resultados das otimizações são apresentados na tab.2.

Tabela 2. Estratégias com o indicativo da melhor otimização do VPL.

	N° Poços Produtores	N° Poços Injetores	Total de Poços	Tempo projeto	Tempo produção	N° Plataforma	Pico VPL	VPL (MM US\$)	Mapa Qualidade
Estratégia 1	65	35	100	50 anos	44 anos	5	23 anos	2610,64	Nenhum
Estratégia 5	43	25	68	54 anos	44 anos	4	24 anos	2866,89	Prod. e Inj. Fixos
Otimização 2	43	25	68	50 anos	44 anos	4	24 anos	2886,41	Prod. e Inj. Fixos
Otimização 3	37	22	59	50 anos	44 anos	4	26 anos	2874,15	Prod. e Inj. Fixos

O gráfico 2 apresenta a evolução das otimizações, onde em ambas otimizações 2 e 3 houve um aumento do VPL.

Gráfico 2. Evolução das Otimizações.



Em uma possível comparação entre as duas otimizações observamos um aumento de 256 MM US\$ entre a primeira estratégia que não utiliza nenhum tipo de MQ e a quinta estratégia que utiliza o MQ por produtores e injetores fixos, o que comprova a eficácia do mapa. Esta quinta estratégia foi à escolhida para ser otimizada e seu VPL cresceu mais 20 MM US\$.

4. CONCLUSÕES

O uso combinado do VPL com o Mapa de qualidade por produtores fixos atingiu resultados satisfatórios, comprovados pelo aumento de aproximados 276 MMUS\$ entre do VPL da estratégia otimizada quando comparada a estratégia 1 (sem uso de MQ).

Observa-se que nem sempre a estratégia que tem a maior produção de óleo vai ser a mais viável economicamente. O VPL vai ser maior naquela em que se recupera o máximo possível gastando o mínimo. Às vezes um projeto com uma grande produção de óleo pode ser muito oneroso e não se pagar.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NAKAJIMA, L. “Otimização de Desempenho de Poços Horizontais no Desenvolvimento de Campos de Petróleo”, Campinas, Brasil, 2003.

CAVALCANTE, J. S. A. “Metodologia de geração de Mapas de Qualidade com Aplicação na seleção e Otimização de estratégias de Produção”, Campinas, Brasil, 2004.

MEZZOMO, C.C. “Otimização de Estratégias de Recuperação para Campos de Petróleo”, Campinas, Brasil, 2001.