

## A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DOS MAPAS DE QUALIDADE NA OTIMIZAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE UM CAMPO DE PETRÓLEO

INGRID YONE GOMES PENA<sup>1</sup>;  
VALMIR FRANCISCO RISSO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – *ingridyone\_08@hotmail.com*

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – *vfrisso@gmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

O petróleo é uma das principais fontes de energia utilizada em todo o mundo. Uma vez que o mesmo é não-renovável, a indústria petrolífera busca constantemente por ferramentas que auxiliem na otimização das estratégias de produção e exploração (E&P) de petróleo, a fim de possibilitar uma maior produção e de maneira eficiente e eficaz.

No processo de exploração e produção de petróleo, a determinação da localização ideal do poço não pode basear-se apenas no julgamento intuitivo, já que a engenharia e as variáveis geológicas têm incertezas associadas e são normalmente altamente correlacionadas. Uma vez que o bom planejamento desempenha um papel significativo no retorno do investimento, a decisão sobre onde colocar um poço dentro de um reservatório traz desafios para engenheiros de perfuração e reservatório. (Loureiro e Araújo, 2005).

A determinação da locação adequada dos poços em um campo de petróleo é a base para elaboração da estratégia de produção de um projeto para que o mesmo traga resultados satisfatórios e uma das ferramentas que auxilia nesta tarefa é a elaboração de mapas de qualidade (MQ).

Os mapas de qualidade são uma representação bidimensional do reservatório, os quais possibilitam ter uma visualização das regiões que possuem um maior potencial de produção de hidrocarbonetos e são elaborados a partir dos dados geológicos previamente adquiridos do campo. Com a utilização desses mapas, torna-se possível determinar as melhores regiões para se alocar os poços produtores e também os injetores, a melhor localização que fornecerá uma maior produção, com menos custos e, conseqüentemente, maior retorno.

No presente trabalho, a partir dos índices físicos das rochas reservatório do campo do Golfo do México, como porosidade, saturação de óleo e permeabilidade, tornou-se possível a elaboração do mapa de qualidade do campo, utilizando o método de simulação numérica por poços produtores e injetores fixos. A partir deste mapa, usou-se o indicador econômico VPL (Valor Presente Líquido) para comparar o impacto econômico e o impacto nos valores de produção quando os poços são dispostos de maneira aleatória (igualmente espaçados) ou quando suas disposições são baseadas no mapa de qualidade adequado.

Com isso, para a manipulação dos dados, elaboração dos diferentes mapas de qualidade e para os cálculos do VPL, utilizou-se os softwares *CMG Technologies Laucher (Winprop, Imex, Results 3D e Results Graphs)*, *MATLAB* e o editor de planilhas *EXCEL*.

### 2. METODOLOGIA

Primeiramente, há 4 diferentes métodos para a geração de mapas de qualidade e a escolha de qual usar vai depender das condições do reservatório. Assim, os quatro métodos são: método analítico, método de simulação numérica por varredura, método de simulação numérica por poços produtores fixos e, por fim, método de simulação numérica por poços produtores e injetores fixos.

Dessa maneira, ao se analisar as condições do reservatório escolhido para estudo (Campo do Golfo do México), observou-se que o mesmo não possui um método de recuperação natural atuante, ou seja, não possui aquífero e nem capa de gás. Assim, o método mais adequado para geração do mapa de qualidade é o modelo para poços produtores e injetores fixos, para que a pressão possa ser controlada através da injeção de um fluido.

A primeira fase na elaboração dos mapas de qualidade se dá pela geração dos dados estimados. De posse dos dados de entrada de base, de topo, de permeabilidade, de porosidade e de saturação de óleo do reservatório em estudo, utilizou-se um modelo 3D de *krigagem*, no software *Matlab*, o que permitiu a obtenção dos mapas estimados de cada uma das propriedades supracitadas juntamente com os dados estimados das mesmas.

Em um segundo passo, fez-se necessário a criação do modelo do reservatório em estudo em um arquivo de entrada para que se tornasse possível a elaboração do mapa de qualidade pelo respectivo método de simulação numérica.

No que concerne a esse arquivo, a base de dados para criá-lo foi obtida através do *software* ou de fórmulas obtidas na literatura. No caso da tabela de PVT, foi utilizado o *software Winprop do CMG* para criá-la. Além dessa tabela, outros dados de grande importância, como permeabilidades relativas ( $K_{rw}$ ,  $K_{row}$ ,  $K_{rg}$ ,  $K_{rog}$ ), saturações ( $S_w$  e  $S_l$ ) e pressão capilar ( $P_{cow}$ ) foram necessários e obtidos através das equações analíticas, dentre outros dados.

Com a realização do arquivo de entrada, utilizou-se o *software IMEX* para executá-lo e como resultado obteve-se três outros arquivos de saída. Dispondo desses arquivos, usou-se o *software RESULTS 3D* para gerar novos valores de saturação de óleo, saturação de água e pressão. De posse desses valores, obteve-se o modelo de reservatório em que as fases se encontravam separadas. Consequentemente, foi possível a construção do mapa de qualidade pelo método de simulação numérica por poços produtores e injetores fixos.

Para a obtenção desse mapa, além de ser declarado os poços produtores no modelo de reservatório, é também declarado os poços injetores. Após a obtenção dos arquivos de saída, utilizou-se o *RESULTS GRAPH* para a checagem da pressão no reservatório, sendo que esta precisa estar próxima e acima da pressão de bolha do óleo (212,572 kg/cm<sup>2</sup>).

Caso não obtenha este resultado na primeira simulação, faz-se necessário a alteração do volume de água injetado e/ou o valor de pressão que a mesma está sendo injetada. Quando se alcançar esse resultado, a partir do mesmo *software*, obtém-se os valores de NP (produção acumulada de óleo) para cada poço produtor. De posse desses valores e de suas respectivas coordenadas, utiliza-se novamente o modelo 3D de *krigagem* para gerar os mapas de qualidade por poços produtores e injetores fixos.

Com o mapa de qualidade pronto, iniciou-se a elaboração dos testes distribuindo os poços de maneira que fiquem igualmente espaçados (estratégia denominada de FIVE-SPOOT – sem MQ) e distribuindo-os com base no MQ, ou seja, poços produtores nas zonas mais vermelhas e poços injetores nas zonas azuis claras.

Assim, para ambas as estratégias, utilizou-se o mesmo número de poços daquela utilizada para a construção do mapa de qualidade por simulação numérica por poços produtores e injetores fixos, ou seja, um total de 129 poços, sendo 71 produtores e 58 injetores

- FIVE-SPOOT (sem mapa de qualidade)

Para esta estratégia, a partir do arquivo de entrada do modelo de simulação escolhido, o primeiro passo foi fechar todos os poços através do comando SHUTIN e, posteriormente, começou a abri-los, sendo estes abertos de maneira intercalada e com um intervalo de 2 meses entre cada abertura, tal valor é devido a utilização de apenas uma sonda de perfuração e considerando que ela gasta 2 meses para perfurar cada poço. Após todos os poços produtores e injetores serem abertos, rodou o arquivo de entrada no *software* IMEX. Em seguida, através do *RESULTS GRAPH*, foi possível a obtenção dos valores de óleo, água e gás produzidos e água injetada. Tais dados, foram adicionados na planilha econômica no *EXCEL* para o cálculo do VPL para essa estratégia.

- Estratégia - com mapa de qualidade

Nesta estratégia, fez-se a alteração da disposição dos poços, contudo o número de poços produtores e injetores foi mantido. Sendo que a disposição escolhida foi baseada no mapa de qualidade do modelo de simulação por poços produtores e injetores fixos.

Similarmente à estratégia anterior, abriu-se os poços de maneira intercalada e com o mesmo intervalo de 2 meses entre uma abertura e outra. A simulação foi feita e os valores de óleo, água e gás produzidos e água injetada foram obtidos a partir do *RESULTS GRAPHS* e, pela planilha econômica, obteve-se o valor de VPL para esta estratégia, bem como os valores acumulados de óleo, gás e água produzidos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta o mapa de qualidade obtido através do método de simulação numérica por poços produtores e injetores fixos, no qual pode-se observar que as zonas mais vermelhas possuem maior potencial de produção de petróleo, enquanto as regiões azuis possuem menor potencial. Dessa maneira, ao se posicionar os poços, é indicado que se posicione os poços produtores nas zonas mais vermelhas e nas zonas azuis claras os poços injetores.

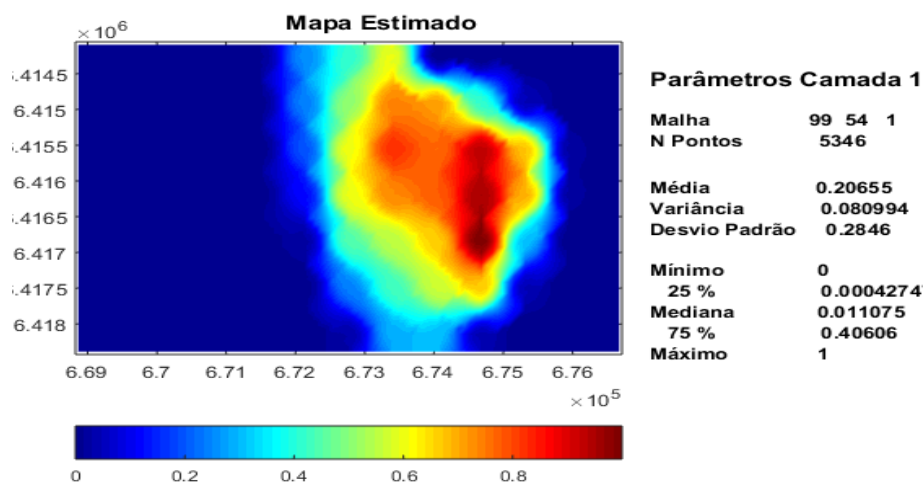


Figura 1 - Mapa de qualidade por poços produtores e injetores fixos (2D)

Abaixo, na tabela 2, encontra-se apresentados os valores obtidos de VPL, os valores referentes à produção acumulada de óleo, gás e água, os quais foram obtidos após a simulação numérica com os poços igualmente espaçados (FIVE-SPOOT – sem MQ) e com os poços sendo posicionados levando em consideração o mapa de qualidade. Assim, pode-se observar que há um ganho de mais de meio bilhão de dólares ao se usar o mapa de qualidade, uma vez que ocorre o aumento dos valores de óleo e gás produzidos e uma diminuição da produção de água. Tais resultados são de grande importância para o projeto como um todo, pois confirma a necessidade da utilização dos mapas de qualidade na otimização de estratégias de exploração dos poços, uma vez que, nesses projetos, é crucial que os poços sejam alocados nas regiões que proporcionarão um maior retorno econômico.

Tabela 1 Comparação entre os valores obtidos sem e com a utilização de mapas de qualidade (MQ)

	VPL (MM US\$)	Np (MM bbl)	Gp (MM bbl)	Wp (MM bbl)
<b>Sem Mapa de Qualidade</b>	-5574.8489080	341.37	59900.49	72907.01
<b>Com mapa de Qualidade</b>	-4816.9233118	358.41	64903.73	63244.60

#### 4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir a partir dos estudos elaborados para este trabalho, que a utilização dos mapas de qualidade são de grande importância e uma ferramenta muito útil na indústria de exploração e produção de petróleo.

Desta forma, pode-se compreender que, em um estudo tão complexo como a locação de poços, quanto mais ferramentas forem utilizadas, mais significativa é a melhoria nos resultados finais. Sendo assim, o mapa de qualidade se mostra de grande utilidade, em que pode facilitar a criação da estratégia de plotação de poços.

Por fim, a importância da utilização de mapas de qualidade na otimização de estratégias de exploração e produção de petróleo pode ser ratificada a partir do impacto positivo nos valores do indicador econômico VPL e nos valores de óleo e gás produzidos, os quais mostram maior ganho econômico e uma maior produção de hidrocarbonetos ao se utilizar tal ferramenta na distribuição dos poços, do que quando não há a sua utilização.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LOUREIRO, A. Cottini; ARAUJO, M.. Optimized Well Location by Combination of Multiple Realization Approach and Quality Map Methods. 2005). SPE 95413. **SPE Annual Technical conference and Exhibition**, Dallas, Texas, USA, 2005.