

## OTIMIZAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE DRENAGEM DE UM CAMPO DE PETRÓLEO

MARCELO SILVA VELHO<sup>1</sup>; ROMULO FÉLIX NUNES<sup>2</sup>; JOÃO PEDRO PIRES<sup>2</sup>;  
VALMIR F. RISSO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – guitarmarcelovelho@hotmail.com;

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – nunes.romulo@outlook.com;

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – jpdoamaralpires@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas –vfrisso@gmail.com;

### 1. INTRODUÇÃO

A Exploração e produção (E&P) de petróleo é um dos setores que mais movimentam a economia mundial, seja por seus investimentos bilionários ou pelos seus constantes avanços tecnológicos, fruto de estudos complexos que demandam bastante tempo. Dentro desse setor, a locação de poços é atribuída ao engenheiro de reservatórios, para este desenvolver e gerenciar as melhores estratégias com objetivo de demandar os menores investimentos e trazer o maior retorno monetário para a companhia. Os estudos devem ser feitos desde a descoberta da reserva até o abandono do poço. Na fase inicial os investimentos são feitos para perfurar os poços pioneiros e realizar a avaliação da jazida. Todo esse processo requer uma total atenção, até nos mínimos detalhes, visto que envolve muitas incertezas geológicas e a complexidade do reservatório vai exigir um grande esforço computacional. Neste trabalho foi feita a construção de mapas de qualidade, que são ferramentas essenciais na otimização de estratégias, possibilitando a visualização do zoneamento dos poços levando em conta as variáveis geológicas como permeabilidade e porosidade da rocha e características do fluido. Segundo CAVALCANTE FILHO (2004) O mapa de qualidade é uma ferramenta que, através de um simulador numérico, integra todas as propriedades estáticas da rocha e do fluido, mais as interações dinâmicas que ocorrem entre elas durante o escoamento. Ao final, através da metodologia aplicada buscou-se uma maximização de parâmetros como o VPL (Valor presente líquido) com intuito de tornar o projeto mais viável economicamente. De acordo com NEVES (2005), o VPL representa o somatório das entradas e saídas líquidas atualizadas de um fluxo de caixa em uma data.

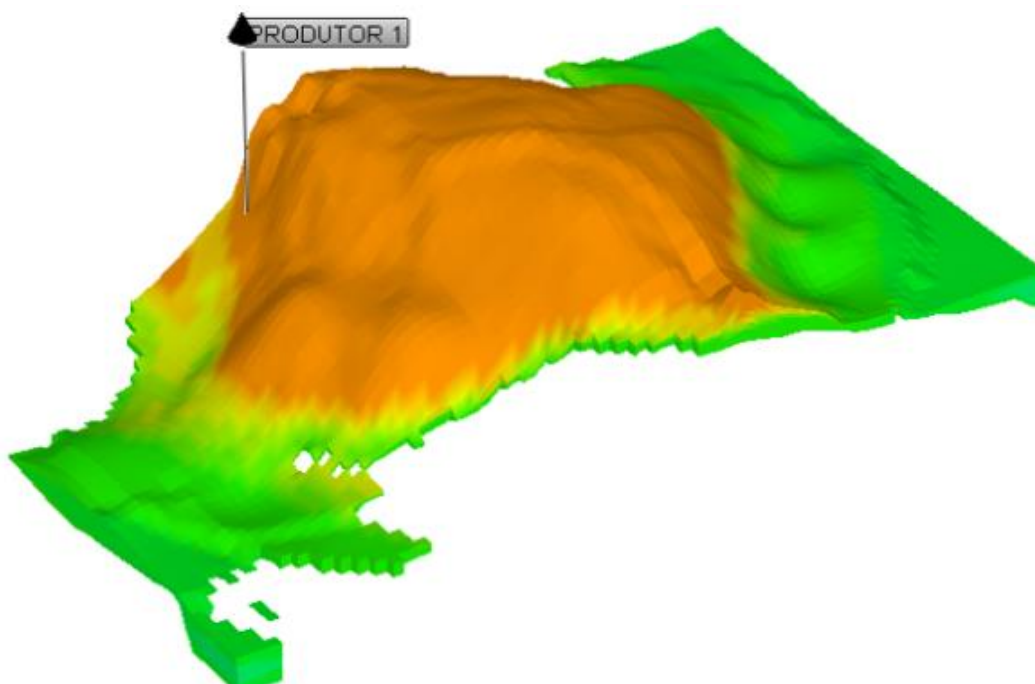
### 2. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foram utilizados dados de um reservatório de petróleo fictício, tais como, topo e base do reservatório, permeabilidade, porosidade e saturação de óleo, entre outros. A partir destas informações foi construído o mapa de qualidade analítico através do *software Microsoft Office Excel* e pelo *software Matlab* inserindo dados de características da rocha reservatório, como porosidade, permeabilidade, saturação e a espessura do reservatório, e gerando dados estimados interpolados pelo programa. É a partir da construção do mapa de qualidade que o engenheiro de reservatórios vai ter uma melhor visualização das zonas de melhor saturação de óleo e tomar a decisão de alocar os poços nas melhores áreas possíveis. Feito o mapa de

qualidade analítico, foram gerados também os mapas de qualidade por varredura, de poços produtores fixos e de poços produtores e injetores fixos, este último mais conhecido como *five-spot*, pois são posicionados 4 poços produtores e ao centro um poço injetor. O simulador de fluxo *CMG (Computer Modelling Group)* também se fez fundamental, pois através das suas simulações é que foram extraídos os valores de produção acumulada de óleo ( $N_p$ ) e também as vazões diárias de óleo, gás e água dos poços produtores e vazão de água dos poços injetores, esses dados foram utilizados em uma planilha do *Excel* para a determinação da função-objetivo do trabalho que foi o Valor presente líquido. Essa tabela foi automatizada de forma a acelerar os cálculos econômicos envolvidos. Após a inserção dos dados das vazões, era obtido o VPL acumulado de cada estratégia realizada nesse trabalho.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo foram realizadas 12 estratégias neste trabalho. Nas 6 primeiras estratégias foi realizada uma mudança no número de poços, tanto produtores quanto injetores, de forma a definir um número ideal de poços. A partir da sétima, uma das seis primeiras estratégias, no caso a quinta, foi escolhida para ser otimizada de forma a se tornar cada vez mais rentável. O reservatório utilizado possuía 76 blocos da direção x, 47 na direção y e 8 camadas. Abaixo está a figura 1, que mostra o reservatório utilizado em 3 dimensões.



**Figura 1- Reservatório utilizado em 3D**

Para o cálculo do VPL foram adotados alguns preços e custos. Estes dados foram utilizados para programar uma planilha do *Excel* capaz de calcular o VPL das estratégias em função das vazões obtidas pelo simulador, cronograma de abertura de poços e compra de plataforma. Abaixo na tabela 1 estão os preços e custos que foram utilizados no cálculo do VPL.

**Tabela 1- Custo para cálculo do VPL**

Exploração (MM US\$)	207,00
Perfuração (MM US\$)	14,00
Completação (MM US\$)	14,00
Preço de venda do óleo (US\$/bbl)	45,00
Preço de venda do gás (US\$/bbl)	0,05
Custo de produção do óleo (US\$/bbl)	5,58
Custo de produção do gás (US\$/bbl)	0,01
Custo de produção da água (US\$/bbl)	0,54
Custo de injeção da água (US\$/bbl)	0,46
Royalties (%)	9,07
PIS/Cofins (%)	9,25
IR/CSLL (%)	34,00
Taxa de desconto anual (%)	16,00

A tabela 2 apresenta o que foi feito em cada estratégia e o valor do VPL em milhões de dólares.

**Tabela 2- Descrição das estratégias e Valor do VPL**

ESTRATÉGIA	Np (MM bbl)	VPL (MM US\$)	Descrição
Estratégia 1	965,87	435,21	90 poços, sendo 51 produtores e 39 injetores.
Estratégia 2	1095,80	783,19	Reposicionamento dos poços produtores em função do mapa de qualidade
Estratégia 3	993,00	657,30	100 poços, sendo 61 produtores e 39 injetores
Estratégia 4	1109,06	872,13	80 poços, sendo 41 produtores e 39 injetores
Estratégia 5	1012,88	1001,36	70 poços, sendo 31 produtores e 39 injetores.
Estratégia 6	829,80	924,34	60 poços, sendo 31 produtores e 29 injetores
Estratégia 7	1047,02	1024,61	Reposicionamento dos poços injetores em volta das áreas com saturação de óleo (primeira otimização).
Estratégia 8	1025,93	1025,14	Recompletação dos poços produtores por camadas
Estratégia 9	1063,37	1068,41	Recompletação dos poços produtores por camadas com comando MONITOR.
Estratégia 10	1067,11	1071,33	Identificação e realocação do poço com a menor produção de óleo para uma área melhor.
Estratégia 11	1070,38	1174,96	Poços Mistos: 12 poços horizontais, 19 verticais e 39 injetores
Estratégia 12	1095,19	1364,43	Todos os 31 poços produtores foram transformados em horizontais

As figuras 2 e 3 mostram a evolução da produção de óleo acumulada (Np) e do VPL em cada estratégia.

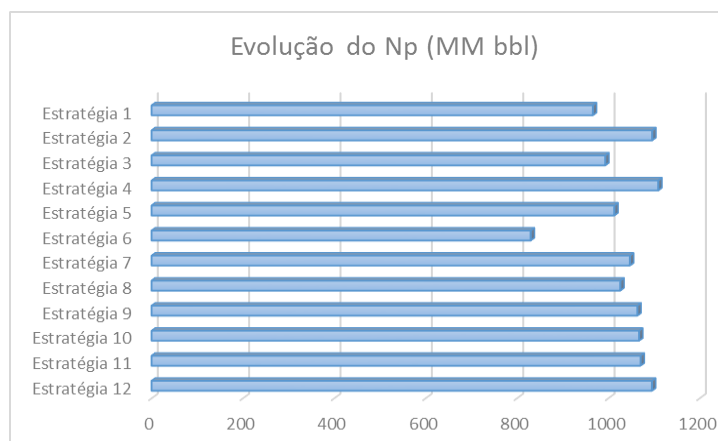


Figura 2- Evolução do Np em cada estratégia

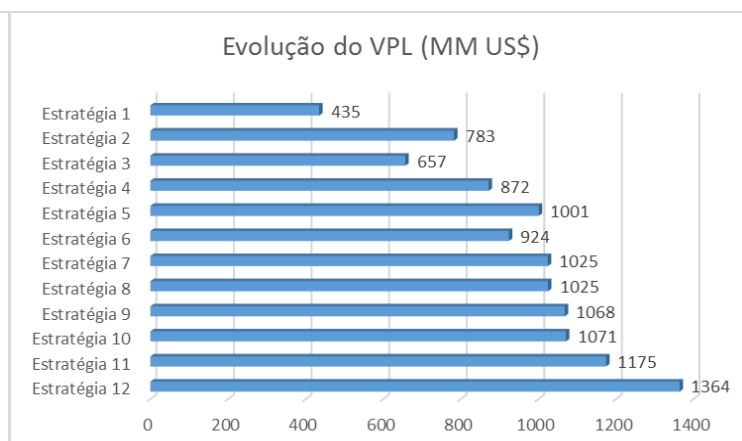


Figura 3- Evolução do VPL em cada estratégia

Fazendo uma breve interpretação dos resultados pode-se dizer que o processo de otimização foi bem sucedido, pois através dele o VPL foi melhorado em 929,22 milhões de dólares, deixando o projeto muito mais atrativo economicamente.

#### 4. CONCLUSÕES

A locação dos poços em um reservatório pode ser decisiva no sucesso ou fracasso de um projeto. Com o término do trabalho foi concluído que o processo de otimização de uma estratégia é um processo contínuo e provavelmente sem fim. No processo há vários fatores e variáveis que tornam praticamente impossível alcançar a estratégia perfeita. Dispondo de tempo, dados e técnica sempre é possível encontrar pequenas melhoras na otimização da função-objetivo VPL. Também foi notado a quantidade de água produzida tem que ser um fator sempre monitorado, pois poços que estejam produzindo muita água podem resultar na necessidade de compra de mais plataformas sem necessidade visto que isso só trará prejuízos financeiros ao projeto.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FILHO, J. S. A. C. *Metodologia de geração de Mapas de Qualidade com Aplicação na seleção e Otimização de estratégias de Produção*. Tese de Mestrado. Campinas: **Universidade Estadual de Campinas**, 2005.

NAKAJIMA, L. *Otimização de Desempenho de Poços Horizontais no Desenvolvimento de Campos de Petróleo*. **UNICAMP**, 2003.

NEVES, F.R. *Análise da Influência de Indicadores Econômicos na Escolha da Estratégia de Produção*. **UNICAMP**, 2005.

FERREIRA, L.A; SCHIOZER, Denis José.: *Uso e integração dos mapas de qualidade e de ajuste de histórico na locação de novos poços produtores em campos maduros*. **Rio Oil & Gas Expo and Conference**, 2010.