

## Uso de Desempenho de Poços na Seleção da Estratégia de Produção

Vinicius Eduardo Botechia

### Introdução

A seleção de uma estratégia de produção adequada é uma das tarefas mais importantes dentro da Engenharia de Petróleo. Esta tarefa é extremamente complexa, devido ao grande número de variáveis envolvidas, como atributos de rocha e fluido, além de diversos parâmetros que precisam de controle, tais como número e localização dos poços, sistema de recuperação a ser utilizado, etc.

Em cenários com muitas incertezas, maiores investimentos e menor flexibilidade, o risco associado ao retorno econômico do projeto é maior, o que torna o processo ainda mais desafiador e aumenta a necessidade de uma escolha acertada desde o início do desenvolvimento do campo.

O uso de simuladores de reservatório tem melhorado as decisões tomadas, mas requer um grande custo computacional que necessita ser equacionado para o sucesso do trabalho em um período viável de tempo. Na tentativa de automatizar alguns passos dessa tarefa para dar agilidade ao processo, a maioria dos trabalhos existentes na literatura leva em consideração apenas indicadores de campo, compondo uma função-objetivo no procedimento de otimização, não considerando a avaliação do comportamento dos poços, que pode conter informações úteis ao processo de otimização. Como exemplo, nos casos de avaliação de cenários incertos em campos heterogêneos, o comportamento dos poços pode apresentar uma variabilidade muito grande para cada cenário, devido às diferenças entre as regiões nos modelos de simulação.

Este artigo é um resumo do trabalho mostrado em Botechia (2012), o qual apresenta um processo de otimização de estratégia de produção mais robusto, por meio da análise do comportamento dos poços nos cenários incertos. Além disso, são feitas comparações entre alguns indicadores econômicos para os poços.

### Indicadores Econômicos de Poços Produtores

Botechia (2012) testou três formas para avaliação econômica dos poços produtores.

A primeira delas é denominada por IEPP (Indicador Econômico de Poços Produtores). O IEPP baseia-se na soma das receitas advindas da venda de óleo e gás, menos os custos de produção e do investimento do poço. Neste indicador não são levados em consideração investimentos, custos e impostos referentes ao campo.

Uma segunda forma de avaliar o potencial econômico de poços é através do IDP (Indicador de Desempenho de Poços), que é obtido a partir do IEPP, segundo as equações 1 e 2. O objetivo do cálculo do IDP é diluir custos referentes ao campo entre os poços. Não é possível calcular o IDP para poços injetores.

$$\alpha = \sum_{i=1}^k IEPP_i - VPL_{campo} \quad (1)$$

e

$$IDP_i = IEPP_i - \frac{\alpha}{N_{prod}} \quad (2)$$

Sendo:

IDP = Indicador de desempenho de poços;

$\alpha$  = parâmetro que considera investimentos e impostos devido à produção do campo;

IEPP<sub>i</sub> = Indicador econômico do poço produtor  $i$ ;

$VPL_{campo}$  = Valor presente líquido do campo;

$N_{prod}$  = Número de poços produtores.

A terceira forma sugerida para medir o desempenho econômico dos poços é quantificando a influência que um determinado poço tem no VPL (valor presente líquido) do campo. Para isso, deve-se calcular a diferença entre o VPL do campo, com e sem a presença do poço em questão. Esta forma de medir o desempenho do poço é a mais próxima que se pode obter do valor presente líquido do poço produtor (VPLp). A Figura 1 mostra gráficos de VPLp x IDP e VPLp x IEPP para uma determinada estratégia de produção.

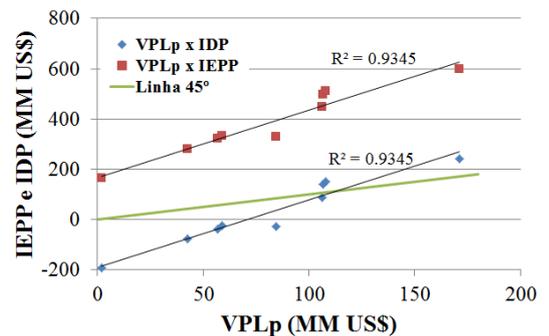


Fig. 1: VPLp x IDP e VPLp x IEPP.

Como o IEPP não são considerados custos relativos ao campo, este indicador pode ser usado apenas como indicador relativo entre poços. Já por meio do cálculo do IDP, é possível verificar o desempenho de poços de forma um pouco mais precisa do que com o IEPP. Entretanto, a diluição uniforme de custos entre todos os poços no cálculo do IDP pode não ser a melhor forma de cálculo e outras maneiras precisam ser testadas, já que os poços produtores podem estar contribuindo de forma diferente na diluição destes custos. Assim, poços que apresentam IDP negativo não necessariamente estão contribuindo negativamente no VPL do campo.

Percebe-se pela Figura 1 que existe boa correlação entre os indicadores analisados, ou seja, há uma tendência de que poços que possuem baixos valores de IEPP também possuam baixos valores de IDP e VPLp e poços com bom desempenho considerando a análise de um desses indicadores também têm bom desempenho analisando os outros dois indicadores.

Portanto, apesar de o IEPP e o IDP não representarem precisamente o valor presente líquido dos poços produtores, esta análise revela que estes indicadores são bons parâmetros para estimar o desempenho relativo dos poços. Então, dependendo da análise que se deseja realizar, o VPLp, cuja forma de cálculo pode ser trabalhosa dependendo do número de poços em questão, pode ser substituído pelos outros indicadores acima mencionados para realização de análises comparativas do desempenho econômico dos poços, em casos nos quais não seja necessário o cálculo preciso do valor presente líquido destes. Recomenda-se, também, calcular o IDP como referência, e caso algum poço apresente IDP negativo, calcular o VPLp para verificar se ele está realmente contribuindo de forma negativa no VPL do campo.

Botechia (2012) mostra também o desempenho de poços injetores (IEPI e VPLi).

*"Na avaliação de cenários incertos em campos heterogêneos, o comportamento dos poços pode apresentar uma variabilidade grande para cada cenário."*

### INTERESSES ESPECIAIS:

- [UNISIM](#)
- [Publicações UNISIM](#)
- [Portal de Simulação de Gerenciamento de Reservatórios](#)
- [UNIPAR](#)
- [Edições anteriores](#)

### LINKS:

- [Unicamp](#)
- [Cepetro](#)
- [Dep. Eng. Petróleo](#)
- [Fac. Eng. Mecânica](#)
- [Ciências e Eng. de Petróleo](#)

### PÓS-GRADUAÇÃO:

Ciências e Engenharia de Petróleo: interessados em Mestrado e Doutorado na área de Simulação e Gerenciamento de Reservatórios de Petróleo [cliquem aqui](#).

"A análise de poços pode dar mais confiabilidade à estratégia escolhida."

### Análise de Desempenho de Poços na Otimização da Estratégia de Produção - Estudo de Caso

Para realizar a análise considerando as incertezas do problema, realiza-se um cruzamento de dados entre as estratégias encontradas nos diversos modelos representativos. Estes modelos representam as incertezas geológicas do reservatório e a variabilidade das estratégias de produção. Assim, primeiramente, cada modelo deve possuir uma estratégia otimizada seguindo os mesmos critérios, e cada uma dessas estratégias é simulada nos outros modelos representativos. Dessa forma, escolhe-se uma ou mais estratégias seguindo alguma técnica de análise de decisão, em particular, a técnica do Risco x Retorno, sendo o risco medido pelo desvio-padrão dos VPL das estratégias e o retorno financeiro quantificado pelo VME (valor monetário esperado). São utilizados aqui quatro modelos representativos. A Figura 2 mostra o gráfico de Risco x Retorno para as estratégias encontradas.

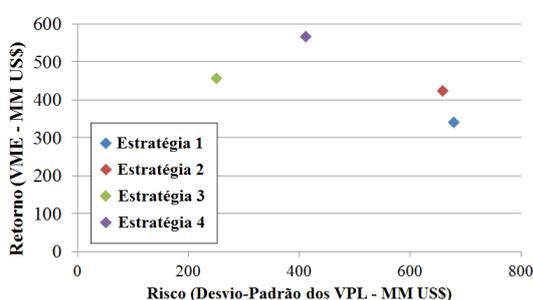


Fig. 2: Risco x Retorno das estratégias.

Para a análise de desempenho de poços foram escolhidas as Estratégias 3 e 4. As Figuras 3 e 4 mostram o retorno de cada poço, medido pela média dos IDP dos poços, das Estratégias 3 e 4, respectivamente. Então, retiram-se da estratégia, alternadamente, aqueles poços que apresentam retorno negativo na média dos modelos e simula-se estas novas estratégias em todos os modelos novamente e calcula-se os novos VME e desvios-padrão.

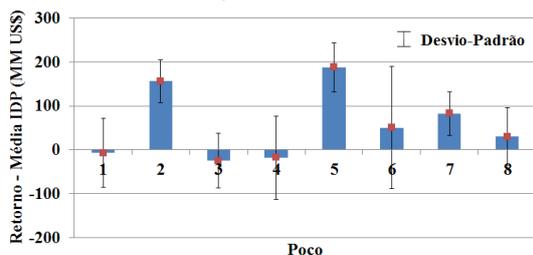


Fig. 3: Poço x Retorno para a Estratégia 3.

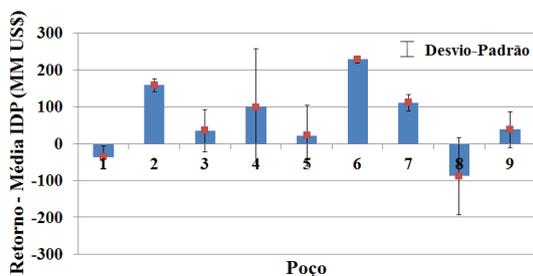


Fig. 4: Poço x Retorno para a Estratégia 4.

No caso da Estratégia 3, foram testadas as retiradas dos Poços 1, 3 e 4, enquanto na Estratégia 4 foram testadas as retiradas dos Poços 1 e 8. A Figura 5 mostra novamente um gráfico de Risco x Retorno das estratégias, porém desta vez incluindo as novas opções encontradas após a retirada dos poços.

Percebe-se pela Figura 5 que a retirada do Poço 3 da Estratégia 3 resultou em aumento do VME, porém com um maior desvio-padrão, ou seja, com um maior risco envolvido. Já para a Estratégia 4 não houve ganhos em relação ao VME com a retirada de poços, entretanto houve uma diminuição do risco ao realizar a retirada do Poço 8. Portanto, essa análise dos poços proporcionou novas alternativas ao tomador de decisão, que são intermediárias entre as Estratégias 3 e 4, as quais poderiam também ser adequadas.

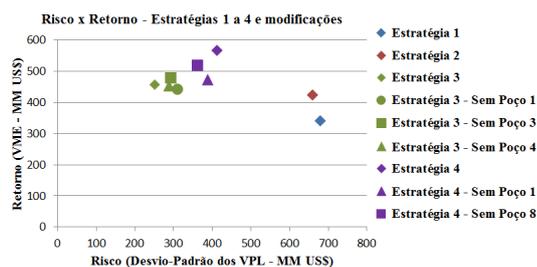


Fig. 5: Risco x Retorno com as novas estratégias.

### Considerações Finais

No processo complexo de seleção de estratégia de produção, muitas vezes detalhes importantes das estratégias, como desempenho de poços, não são utilizados. Os indicadores IEPP e IDP podem não ser suficientes para medir o valor exato do desempenho econômico dos poços produtores, mas são bons indicadores de desempenho relativo entre os poços, podendo ser usados em análises comparativas com boa precisão e ajudando no processo de decisão, principalmente quando são consideradas incertezas. O VPLp, indicador mais preciso, pode ser usado para poços selecionados possibilitando auxiliar a tomada de melhores decisões ou tornando as decisões mais robustas, pois a análise de poços pode dar mais confiabilidade à estratégia escolhida. Os resultados podem ser o aumento do retorno médio (como no caso da Estratégia 3 deste trabalho) ou a diminuição do risco (caso da Estratégia 4), proporcionando novas alternativas de estratégias intermediárias.

### Referências

BOTECHIA, V. E. *Análise de Desempenho de Poços na Seleção da Estratégia de Produção de Petróleo sob Incertezas*. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica e Instituto de Geociências, Unicamp, 2012, 125 pp. Dissertação de Mestrado.

### Informações sobre o autor:

Vinicius Eduardo Botechia é Engenheiro Eletricista pela Unesp e mestre em Ciências e Engenharia de Petróleo pela Unicamp. Trabalha como pesquisador do UNISIM desde Março/2012 na área de estratégia de produção.

Para maiores informações, visite  
<https://www.unisim.cepetro.unicamp.br>

O UNISIM é um grupo de pesquisa da UNICAMP (Departamento de Engenharia de Petróleo, Faculdade de Engenharia Mecânica, Centro de Estudos de Petróleo - CEPETRO) que tem como objetivo desenvolver trabalhos e projetos na área de simulação e gerenciamento de reservatórios.

### OPORTUNIDADES NO UNISIM:

Se você tem interesse em trabalhar ou desenvolver pesquisas no UNISIM, entre em contato conosco.

Interesse imediato em:

- Pesquisador na área de simulação, gerenciamento e caracterização de reservatórios.

Para mais detalhes, [clique aqui](#).



Grupo de Pesquisa em Simulação e Gerenciamento de Reservatórios

Depto. Eng. Petróleo  
 Fac. Eng. Mecânica  
 Centro de Estudos de Petróleo  
 Univ. Estadual de Campinas  
 Campinas-SP

Tel: 55-19-3521-1220

Fax: 55-19-3289-4916

[unisim@dep.fem.unicamp.br](mailto:unisim@dep.fem.unicamp.br)