

## 6 Conclusão e Trabalhos Futuros

Nesse trabalho desenvolveu-se um sistema de apoio à decisão, baseado em Algoritmos Genéticos, capaz de propor alternativas de produção contendo poços multilaterais em reservatórios petrolíferos. O sistema é capaz de determinar a quantidade, localização, tipo e geometria e trajetória de poços, produtores e injetores, os quais poderão ser verticais, horizontais, direcionais ou multilaterais. No caso de poços multilaterais, o sistema determina, ainda, o número de laterais existentes em cada poço, assim como a geometria e a trajetória de cada lateral. O sistema desenvolvido é capaz de propor alternativas respeitando restrições impostas ao problema. As restrições respeitadas incluem: o número máximo de poços, número máximo de laterais que um poço poderá possuir, o número máximo de laterais a serem aplicadas no reservatório, o comprimento máximo dos poços, o comprimento máximo de cada tipo de lateral, o uso ou não de poços direcionais, regiões do reservatório marcadas para não inclusão de poços, distância mínima entre poços, poços sobre regiões nulas, poços sobre regiões de *pinch out*, e poços sem contato com zonas produtoras do reservatório.

Foi utilizada como função de avaliação uma aproximação do VPL que contempla os custos de perfuração, de instalações de superfície, de linhas de transmissão, de manutenção de poços, de manutenção de plataforma, de tratamento de água injetada, de tratamento de água produzida, de produção de óleo, de produção de gás, de impostos e de *royaltes*.

O sistema foi testado em problemas de 6 variáveis até 210 variáveis obtendo resultados satisfatórios tanto para os problemas pequenos quanto para os maiores, demonstrando escalabilidade em sua capacidade tratar problemas.

Os testes foram realizados com diferentes representações, sendo que a representação de melhor resultado foi utilizada em testes de convergência onde se mostrou capaz de localizar as zonas produtoras de quatro reservatórios sintéticos de configuração ótima de poços conhecida. Foi realizado, então, testes em mais dois reservatórios onde as alternativas otimizadas por esse sistema foram comparadas a

alternativas criadas por especialistas e com alternativas geradas em trabalhos anteriores. Em um dos reservatórios foi feita uma comparação entre a otimização com e sem poços multilaterais, onde os resultados para ambos casos demonstraram VPL e FR médios muito próximos.

Para os testes com o modelo real foi utilizado o paralelismo para fazer as simulações de reservatório. Utilizando-se de 12 núcleos de processamento, as otimizações demandaram, em média, cinco dias cada.

Os resultados obtidos nos modelos mais complexos foram satisfatórios, superando em até 37% o VPL da alternativa proposta por um especialista. Quando comparando o resultado com trabalhos anteriores, tentou-se manter as condições de número de simulações e modelo do cálculo do VPL utilizados em cada trabalho. Os dois trabalhos utilizados como comparação utilizam técnicas de auxílio de evolução como uso de sementes iniciais ou mapas de qualidade. As alternativas aqui geradas se mostraram capazes de otimizar os mesmos reservatórios que os trabalhos anteriores, sob condições semelhantes e apresentaram melhor desempenho. As alternativas geradas neste trabalho com poços multilaterais foram capazes de superar o VPL e o produzido óleo acumulado, comparando com as alternativas obtidas através da evolução com o uso de sementes iniciais nos trabalhos anteriores.

Não foram utilizadas sementes iniciais para este trabalho pois não foi possível se obter um campo com alternativas disponíveis que utilizassem poços multilaterais. Existe uma prática de se utilizar resultados obtidos em otimizações anteriores como semente inicial para uma nova otimização. No entanto, essa prática não possui o mesmo efeito de uma alternativa criada por um especialista. Isso porque uma alternativa otimizada numericamente não carrega o conhecimento do especialista e o uso dela como semente inicial funcionaria como um aumento no número de gerações do AG utilizado para gerá-la. Por isso, considerou-se mais vantajoso utilizar-se de diversas rodadas e utilizar o resultado da rodada anterior para semear 10% da rodada seguinte em cada otimização. Esse efeito pode ser observado nas figuras de evolução quando as simulações indicam uma concentração de baixas avaliações, por exemplo, no instante antes das simulações de número 1573 e de número 3272 na Figura 75.

Assim como não haviam alternativas com poços multilaterais disponíveis para serem utilizadas como semente inicial ou casos base, não foi possível obter

um reservatório que seja característico de uso de poços multilaterais. Os resultados aqui obtidos demonstram que mesmo para os reservatórios utilizados e, mesmo não se considerando o aumento no custo da plataforma devido um número maior de poços, as evoluções onde foi permitido ao algoritmo se inserir uma ou mais laterais por poço alcançaram resultados, em muitos casos, superiores aos alcançados sem a opção de se alocar laterais. As soluções propostas com o uso de poços multilaterais não tornaram todos os poços multilaterais, apenas alguns poços receberam laterais. A aplicação de um custo por lateral, além do aumento do custo do poço devido ao aumento do comprimento perfurado, inibiu a aplicação dessa tecnologia nos casos que esta não se mostrou economicamente atrativa.

Dentre os resultados obtidos observou-se alguns dos tipos padrões de configuração de poços multilaterais que se propôs ser capaz de representar. A maioria dos poços multilaterais sugeridos seguiram os padrões de um *multi-branched* (ou espinha de peixe) e de um *forked*. Ainda assim, não foi obtido nenhum *dual opposed*, além de quase nenhuma outra configuração onde o poço principal é vertical. Acredita-se que as configurações em que o poço principal seja vertical tenham sido pouco utilizadas (a não ser nos testes onde se buscou esse tipo de configuração) devido à espessura dos reservatórios estudados, a limitação da junta da lateral estar dentro do reservatório e a inexistência de uma operação que transforme um poço principal em um lateral. Fica como sugestão para trabalhos futuros estudar a possibilidade de se resolver essas deficiências e buscar todos os tipos comuns de poços multilaterais.

Outras sugestões de trabalhos futuros incluem: o tratamento de incerteza geológica e econômica, consideração de riscos de perfuração, cronograma de abertura dos poços, controle inteligente das taxas de injeção e produção de cada setor dos poços, otimização das instalações de superfície, uso de opções de expansão considerando revelações de incertezas técnicas e geológicas, aplicação de substitutos para simulação de reservatórios para redução do tempo de avaliação, utilização de mapas de qualidade para auxílio à evolução e o uso de um estudo automático da contribuição de cada poço, gerando uma avaliação independente para cada poço.