

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

Neste capítulo são apresentadas as conclusões gerais e as possibilidades de continuação deste trabalho de pesquisa.

6.1 Conclusões

Nesse trabalho de tese foi realizada a modelagem e desenvolvimento de um sistema de otimização de controle de válvulas de poços inteligentes sob incertezas de falha e geológica. Empregou-se algoritmos genéticos para modelar o processo de otimização junto com simulação Monte Carlo para o tratamento das incertezas. O sistema é capaz de dar suporte à tomada de decisão pelo uso ou não de poços inteligentes considerando incertezas e otimizar uma estratégia de controle de válvulas, existentes em poços inteligentes, de uma certa alternativa.

A representação do cromossomo proposta e utilizada consegue formular uma estratégia de controle para todas as válvulas presentes em uma alternativa, em qualquer intervalo de tempo desejado.

O sistema foi modelado de forma a se comunicar com o simulador de reservatórios IMEX, o qual não possui controles específicos para completação inteligente. Assim, formularam-se maneiras de se representar tanto válvulas on/off, quanto válvulas de abertura contínua para esse simulador.

Nos testes onde incerteza de falhas, foram levadas em consideração, utilizaram-se simulações Monte Carlo e algoritmo genético distribuído, onde o módulo de avaliação é a parte executada dentro do ambiente paralelo, de forma a se diminuir o esforço computacional.

Os resultados encontrados indicam de forma expressiva que as técnicas de computação evolucionária podem tornar-se uma boa ferramenta de apoio à decisão para viabilizar o uso de poços inteligentes em um dado reservatório, confirmando o objetivo deste estudo. Os valores obtidos nos testes indicam ganhos significativos do uso da completação inteligente através do aumento no

fator de recuperação do campo, da redução dos volumes de água produzida e do prolongamento da vida dos poços e do reservatório.

Analisando os resultados encontrados com o reservatório fictício, percebe-se que a representação de válvula que se mostrou mais adequada foi à válvula de abertura contínua onde o índice de injetividade do poço (FF) foi alterado, essa representação alcançou os melhores resultados com relações às demais representações. Esse resultado era esperado, pois o FF representa a fração do tubo de produção que está realmente liberada para produção ou injeção. Os resultados alcançados com as válvulas on/off foram satisfatórios, porém mais restritos, dado que somente existe duas operações a se realizar com a válvula. Para as válvulas de abertura contínua representada pelo operador de injeção de água (STW), os resultados encontrados foram menos satisfatórios do que as válvulas representadas pelo FF e ou on/off. Isso porque para um poço injetor declaram-se valores máximos de STW e de operador de pressão de fundo (BHP) e o poço deve operar sempre respeitando esses limites máximos. Então o aumento da vazão de injeção do poço, definida em STW, somente pode ocorrer enquanto o limite máximo de BHP não for atingido. Se o valor máximo de BHP for atingido, os valores de STW devem ser diminuídos de forma a respeitar o BHP máximo. Esse tipo de restrição dificulta a otimização e faz com que o uso de operadores não seja uma boa forma de se representar uma válvula de completção inteligente.

Nos experimentos onde incerteza de falhas foi considerada, chega-se a um VPL médio maior que o VPL do caso base, mostrando que vale a pena o investimento na tecnologia de poços inteligentes, já que mesmo havendo a possibilidade de falhas nas válvulas, a otimização permite alcançar um aumento do VPL da alternativa. Assim, os resultados obtidos com esse tipo de análise embutem um valor mais qualitativo, que indica se o campo tem potencial de ganhos significativos com a completção inteligente. O teste que leva em consideração a substituição de uma válvula, caso esta venha a falhar, atinge resultados melhores do que o teste que não considera a substituição da válvula, isso reafirma a importância da tecnologia de poços inteligentes para o reservatório em questão, pois mesmo considerando-se a possibilidade de falhas de operação das válvulas e o custo de substituição da válvula que falhou o fato de se controlar o poço por mais tempo gera melhores resultados, capazes de compensar os custos da tecnologia inteligente e, inclusive, aumentar o lucro.

No experimento onde incertezas geológicas são consideradas, através de três cenários geológicos, o algoritmo genético encontrou uma alternativa

otimizada com VPL médio superior aos VPL's dos casos base dos três cenários geológicos. Além disso, o VPL otimizado de cada cenário também foi superior ao VPL dos respectivos casos base, mostrando que o algoritmo foi robusto perante as incertezas geológicas, isto é, encontrou um VPL médio bom sem piorar a avaliação em nenhum cenário.

Assim, o sistema visa, em fase inicial de projeto de desenvolvimento ou expansão de um dado reservatório, apoiar a tomada de decisão pelo uso ou não de poços inteligentes através de uma estratégia de controle pró-ativa. Vale ressaltar que no caso real, de implantação de poços inteligentes, o que se tem é um controle reativo, que tende a obter resultados melhores do que os encontrados no controle pró-ativo.

Com os resultados alcançados nessa tese, iniciou-se os primeiros passos para a criação de bases para implementação de um sistema capaz de apoiar na decisão do uso ou não de poços inteligentes, bem como apoiar na criação de uma estratégia de controle pró-ativa das válvulas existentes em alternativas de campos inteligentes, de forma a se alcançar um aumento do VPL.

6.2 Trabalhos Futuros

O Sistema Híbrido de Otimização de Estratégias de Controle de Válvulas de poços Inteligentes sob Incertezas permite alcançar boas soluções utilizando como algoritmo de otimização algoritmos genéticos. Dentro desta linha de pesquisa, propõe-se a investigação dos seguintes itens:

- Uso de outros algoritmos evolutivos que possam acelerar a busca, como algoritmos culturais [Robert, 2002], [Robert, ChanJin 1996];
- Uso de um aproximador de simulador de reservatório (proxy), que possa substituir o simulador em grande parte das avaliações de forma a diminuir o esforço computacional;
- Uso de caos polinomial para o tratamento de incertezas, substituindo a Simulação Monte Carlo, visando também diminuir o esforço computacional;
- Um sistema capaz de otimizar não só a estratégia de controle de válvulas existentes em uma alternativa, mas também o número e localização dessas válvulas dentro dessa alternativa sob incertezas; neste sistema pode-se utilizar algoritmos coevolutivos [W.Durham,1994][Potter, De Jong, 2000];

- Inserir outras incertezas, como por exemplo, de mercado, que tende a tornar o uso de poços inteligentes mais interessantes;
- Usar uma função de avaliação multi-objetivo, visando aproveitar informações de poços e não selecionar as soluções apenas pelo VPL.