

Conclusões e Trabalhos Futuros

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

6.1. Conclusões

Neste trabalho de tese foi realizada a modelagem e desenvolvimento de um sistema de otimização de alternativas de desenvolvimento de campos de petróleo, onde foram aplicadas técnicas de otimização evolucionária para a obtenção de boas soluções, técnicas inteligentes de aprendizado para a aproximação de funções de produção de óleo e o uso de ambiente de computadores em paralelo para poder distribuir o esforço computacional necessário na avaliação das alternativas durante o processo de otimização.

Apesar de ter empregado configurações de reservatórios relativamente simples durante os experimentos realizados, este sistema é capaz de realizar otimizações para qualquer campo petrolífero mais complexo e realista.

A modelagem de soluções empregada neste sistema permitiu tratar várias particularidades do problema de alternativas de desenvolvimento de campos petrolíferos como:

- definição de tipo de poços: produtores e injetores;
- definição da trajetória dos poços: verticais e horizontais;
- definição de número máximo de poços;
- respeitar restrições definidas pelo especialista como distâncias mínimas entre poços e localizações inválidas como áreas nulas e trajetórias que extrapolem o campo.

Por outro lado o sistema de otimização desenvolvido permite aproveitar informações existentes a priori, obtidas a partir de critérios próprios do especialista e inseridas diretamente na forma de sementes iniciais; ou informações baseadas nos mapas de qualidade e mapas de aquífero previamente obtidos para a configuração de campo petrolífero em questão.

As respostas obtidas dos experimentos realizados no estudo de casos, mostram que o sistema permite cumprir os objetivos pretendidos inicialmente, que são:

- Obter métodos para a otimização de locação e número de poços petrolíferos em um dado campo de petróleo, o que é mostrado pelas respostas com VPLs maximizados que são encontradas ao realizar as otimizações realizadas;
- Obter métodos para reduzir o tempo computacional requerido para obter configurações ótimas, mostrado através dos exemplos que fazem uso da plataforma de computação distribuída para a avaliação de cada alternativa e também pelo emprego dos modelos de inferência de curvas de produção, neste sentido obteve-se uma diminuição do tempo de otimização de até 175 vezes;
- Aproveitamento de informações de métodos de caracterização de campos ou informações inseridas pelo especialista, mostrado nos experimentos realizados com a configuração de reservatório heterogênea, com inicialização empregando os mapas de qualidade e aquífero, e também pelo uso de sementes iniciais tanto para a configuração de reservatório homogênea e heterogênea. As respostas encontradas foram de superior qualidade das respostas inseridas, e pela característica elitista dos algoritmos evolucionários, no pior dos casos seria encontrada uma resposta igual à inserida inicialmente.

Também existem algumas questões que não foram bem tratadas pelo sistema desenvolvido como:

- O tempo dispendido na geração de amostras e no treinamento dos módulos de inferência e na geração dos mapas de qualidade / aquífero;
- Tipos e número de poços suportados pelo módulo de inferência;
- Aproveitar as simulações reais feitas durante a avaliação do algoritmo genético como amostras para o treinamento dos modelos de inferência;
- Emprego de outros simuladores de reservatório;
- Consideração de incertezas geológicas e técnicas na otimização.

Contudo, este trabalho representa um grande avanço na pesquisa que se dirige à obtenção de sistemas de apoio para a escolha de alternativas de desenvolvimento de campos petrolíferos. A modo de aperfeiçoar este sistema

várias idéias são propostas como trabalhos futuros como se descreve na seção seguinte.

6.2. Trabalhos Futuros

O Sistema de Otimização Inteligente de Alternativas de Desenvolvimento de campos petrolíferos permite alcançar soluções aceitáveis pelo especialista. O algoritmo de otimização utilizado foi o algoritmo genético. Dentro desta linha de pesquisa, propõe-se a investigação nos seguintes itens:

- emprego de outros algoritmos dentro da área de algoritmos distribuídos como: algoritmos genéticos distribuídos em ilhas e algoritmos celulares, onde a distribuição é aplicada nas populações ao invés de ser na avaliação como o desenvolvido neste trabalho;
- a modelagem de um cromossoma no qual estejam separados os poços produtores e os poços injetores. Como foi visto e comentado no resultado obtido com semente inicial no experimento da seção (5.4.2.4), o algoritmo evoluiu apenas em cima do sistema injetor. Com uma modelagem que separe os sistemas de injeção e de produção, o algoritmo genético terá facilidade para explorar sistemas produtores e sistemas injetores separadamente durante a evolução;
- modelagem de cromossoma que inclua o tipo do poço nos genes, o que permitiria maior liberdade na otimização ao existirem operadores que troquem poços injetores por produtores;
- no que diz respeito à trajetória dos poços propõe-se, estender o sistema existente de forma tal que os poços sejam definidos pela trajetória sem importar o tipo (horizontal ou vertical). Desta forma, poderiam ser criadas e evoluídas configurações verticais, horizontais, diagonais visando suportar configurações angulares e multilaterais;
- o emprego do critério de múltiplos objetivos onde pode ser considerado: valor presente líquido, recuperação de óleo e valor presente líquido para diferentes tempos de exploração.

No que se refere ao modelo de aprendizado de curvas de produção, foi desenvolvido um modelo bastante restrito. Neste ponto, propõe-se a realização dos seguintes itens:

- Pesquisar sobre uma modelagem de aprendizado que permita representar configurações contendo poços verticais e horizontais;

- Pesquisar sobre métodos para reduzir a dimensão requerida para estes mapeamentos;
- Pesquisar o uso de métodos de regressão simbólica baseados em funções de tipo exponencial para achar expressões analíticas que permitam aproximar a curva de produção de óleo acumulado, dada a sua característica monotonicamente crescente.

No relacionado ao modelo de processamento distribuído, este foi baseado na arquitetura *master-slave* do algoritmo genético global, o que gera algumas limitações ao exigir conexões ponto a ponto entre o master e os diferentes slaves. Além disso foi implementado para plataforma Win32. Neste caso, propõe-se o seguinte:

- A modelagem e desenvolvimento de uma forma de processamento que permita contornar estas limitações em conexões ponto a ponto, a partir de um modelo baseado em agentes. Desta forma, torna-se possível conectar redes diferentes através de dos agentes o que evita a necessidade de conexões ponto a ponto, também permite aproveitar clusters isolados de computadores;
- Implementação do *slave* para outras plataformas: Linux, Unix.
- Implementação do suporte para outros simuladores de reservatório (eclipse, simuladores de linhas de fluxo, etc).