

9

Conclusão e trabalhos futuros

A segunda versão do Plumber, apresentada no Capítulo 8, se mostrou promissora como forma de chegarmos ao objetivo de construir planejadores escaláveis para oleodutos. O pouco tempo gasto pelo planejador para tratar instâncias relativamente complexas reforça esta suposição. Apesar de o processo não estar concluído, o fato de utilizarmos técnicas de IA como busca heurística permite que o desempenho do planejador seja melhorado incrementalmente, através do diagnóstico da causa de um eventual problema encontrado e o refinamento do programa, seja através da definição de novas heurísticas e estratégias de busca ou redefinição dos eventos que discretizam o processo de transporte em oleodutos.

Além disso, a abordagem utilizada facilita que o planejador incorpore aos poucos complexidades do problema real, sem grande impacto na arquitetura do sistema, já que muitas destas mudanças ficam restritas aos componentes de simulação e funções heurísticas separadamente, que estão bem definidos no PLANSIM. Por exemplo, no problema real alguns dutos podem ter sua manutenção programada, ficando indisponíveis para utilização durante este período. Este aspecto pode ser facilmente incorporado ao Plumber através da definição de novos eventos discretos no simulador, como entrada e saída de trechos em manutenção, e opcionalmente um refinamento das funções heurísticas para levar este aspecto em consideração, da mesma forma que as versões atuais geram o perfil de ocupação projetado para as tancagens. Dada a dificuldade para levantamento de todos os requisitos do problema *a priori*, esta flexibilidade para a adição de novos aspectos ao planejador é bastante importante.

Em relação ao PLANSIM, a experiência no desenvolvimento do Plumber mostrou que ele permite que todo o foco no desenvolvimento do planejador especializado seja dado em aspectos como a montagem das funções heurísticas e ajustes no simulador, garantindo que estas podem ser avaliadas com os diversos mecanismos de busca implementados no PLANSIM. Como estas estratégias de busca são *cold-spots* no arcabouço, este pode ser

estendido para incorporar novas estratégias como as apresentadas na Seção 6.1.3.

Com o PLANSIM, o grande esforço demandado na construção dos planejadores especializados que utilizam técnicas de IA, uma das principais causas para as poucas implementações disponíveis, é significativamente reduzido.

Os resultados de complexidade computacional apresentados no Capítulo 5 podem ser estendidos para tratar vários aspectos em aberto do problema, como por exemplo analisar a complexidade de instâncias que consideram apenas interface, tancagem ou prazo.

A definição e a incorporação do Pipesworld no benchmark da IPC-4 é uma outra importante contribuição desta tese, influenciando de forma relevante em toda a pesquisa na área de planejadores de propósito geral. Apesar de atualmente ainda estarmos longe da aplicação destas ferramentas em instâncias reais, como vimos pela análise realizada no Capítulo 4, mostramos que muitas das técnicas utilizadas por estes planejadores são de grande valia na construção do Plumber.

O modelo do Pipesworld pode ser estendido para considerar dutos unidirecionais, por exemplo, aumentando consideravelmente a complexidade do problema pela introdução de *dead-ends* no mesmo. Outras extensões possíveis que aproximariam o modelo da aplicação real seriam a remoção do destino explícito das bateladas unitárias, inclusão de produção e demandas como eventos exógenos e a definição de múltiplos valores de vazão para os dutos. Estas extensões, apesar de intratáveis pelos planejadores atuais, servirá como guia para o desenvolvimento destes no futuro.