

6 Conclusões

6.1. Conclusão

Nesta tese foi apresentada uma nova abordagem para a modelagem das funções de custo futuro da programação dinâmica estocástica, através de aproximação linear por partes, utilizando algoritmo de fechos convexos (*convex hull*).

Para verificação da metodologia proposta foram realizados estudos de caso, inicialmente com um sistema tutorial, utilizando o software Matlab®. Neste estudo foi observada a formação das FCF's. Observou-se também que a utilização do algoritmo proposto pode representar uma redução no nível de discretização necessário, bem como apresenta a vantagem de reduzir informações redundantes, representadas por planos modelados repetidas vezes.

A partir deste estudo, foi realizado um estudo de caso utilizando dados de usinas reais do sistema elétrico brasileiro. Neste estudo, utilizou-se Visual C++. Foi implementada ainda uma versão da Programação Dinâmica Dual Determinística (PDDD), e através da comparação dos resultados obtidos nesta metodologia com os resultados da metodologia proposta no caso de um único cenário pode-se observar a convergência das mesmas, para uma escolha adequada do nível de discretização.

Utilizou-se a implementação da metodologia MPI para a análise do código do estudo anterior adaptado para a verificação da redução no esforço computacional através da paralelização de processos. Observou-se ganhos significativos, com alta eficiência, quando realizada a paralelização em um único computador pessoal com quatro núcleos (*Core Quad*). Através da análise do fator de aceleração, pode-se inferir que o processo pode ser paralelizado para um número maior de processadores, obtendo ainda ganhos significativos.

Por fim, a partir da implementação de um sistema computacional capaz de ler os dados de configuração do SEB e realizar os cálculos para a utilização da metodologia de sistemas equivalentes, foi realizado um estudo de caso que contempla o SEB completo, com todas as suas usinas hidráulicas e térmicas. Observa-se que o tempo computacional para a realização deste estudo passa a ser significativo, representando um alto esforço computacional. Por esta razão, foram utilizados poucos cenários neste estudo. Porém, de acordo com os resultados obtidos a utilização de um *cluster* dedicado representaria um ganho significativo na resolução do problema.

Este trabalho sinaliza que, devido a melhoria dos recursos computacionais e das técnicas avançadas de sistemas paralelos, pode ser possível a utilização da programação dinâmica estocástica na resolução do problema do planejamento energético de sistemas hidrotérmicos.

Apesar de utilizar as séries históricas no desenvolvimento desta tese, da forma como foi proposto, o modelo computacional apresentado permite a obtenção da política ótima de planejamento utilizando modelos de geração de série hidrológicas. Pode-se então utilizar o modelo PAR, adotado no NEWAVE, ou mesmo outro modelo de geração de séries sintéticas, tais como o PARMA, ou modelos que utilizam técnicas inteligentes como redes neurais e lógica *fuzzy*, dentre outros.

6.2. Trabalhos Futuros

Inicialmente, extensão natural deste trabalho é a utilização de um maior número de processadores, que pode ser feito através de uma arquitetura *beowulf*, contemplando um conjunto de computadores pessoais, como descrito no capítulo três, ou mesmo utilizando um cluster dedicado. Pode-se ainda utilizar uma outra metodologia de paralelização conhecida como '*cloud computing*', que é a utilização de servidores dedicados disponibilizados através da internet. Conforme análise apresentada nos estudo de caso dois do capítulo cinco,

observa-se através do fator de aceleração e da eficiência, que este programa apresenta capacidade de ganho no esforço computacional se expandido para um número maior de processadores.

Deve ser analisada a possibilidade de paralelização de outros trechos do programa, visando também à redução no tempo computacional.

Outra proposta para a redução do tempo computacional, visando possibilitar a utilização de um número maior de variáveis de estado, é a implementação de uma metodologia de discretização eficiente do espaço de estados, excluindo estados operativos que não são visitados em determinado estágio.

Em relação às séries hidrológicas do histórico de aflúncias propõe-se agrupar as mesmas em um conjunto de séries com maior representatividade, processo conhecido como 'clusterização', onde se obteria um número reduzido de séries que representassem de forma significativa todo o conjunto.

Outro possível desenvolvimento deste trabalho está na modelagem das funções de custo futuro por outras técnicas. Uma abordagem importante seria utilizar uma modelagem não-linear, tal como Redes Neurais, acompanhada de um método de otimização não-linear tal como o Método de Pontos Interiores (MPI).

Outra melhoria importante está na inclusão dos patamares de carga e patamares de déficit no modelo computacional, metodologias estas implementadas atualmente no modelo computacional NEWAVE, em uso no SEB.

Adicionalmente, devem ser acrescentadas as restrições de transmissão na resolução do problema de planejamento energético de médio prazo.

A partir da implementação dos patamares de carga e déficit e as restrições de transmissão, sugere-se a comparação de resultados com programas computacionais consagrados, tais como o MODDHT, SDDP e o NEWAVE.