

## 6 Conclusões e Trabalhos Futuros

A partir do estudo bibliográfico dos modelos de cargas utilizados nos últimos 30 anos em simulações dinâmicas nos sistemas elétricos de potência, foram definidas como variável de entrada, a tensão, e como variáveis de saída, as potências ativa e reativa, ignorando o efeito da variação de frequência. A justificativa para esta decisão pauta-se na facilidade de se medir com precisão as grandezas escolhidas, em contraste com a dificuldade em se medir com precisão a frequência.

A escolha de um modelo linear para representar um fenômeno não linear foi encorajada pelos resultados gráficos apresentados. Sabe-se que quanto maior o detalhamento de um modelo, maior o custo computacional em se calcular seu resultado. A estrutura linear proposta foi abrangente o suficiente para que o AG estimasse parâmetros representativos para modelar as cargas de várias subestações, como mostram os resultados do Apêndice III.

Destaca-se a incorporação do ponto de operação do sistema  $P_o$ ,  $Q_o$  e  $V_o$  no modelo autorregressivo proposto, permitindo ao modelo se especializar na representação implícita da sensibilidade de variações de potência em função de variações de tensão, o que é uma contribuição relevante.

A metodologia de modelagem de carga baseada em medições é o estado da arte na representação matemática de cargas e pode-se afirmar que a estrutura linear de modelo utilizada, somada à técnica de estimação de parâmetros escolhida (AG) foram bem sucedidas, de fácil implementação, resultando em diferentes representações para as cargas das várias subestações estudadas, cada uma delas mostrando abrangência para representar o comportamento da carga para diferentes tipos e severidades de afundamentos de tensão (VTCD) e diferentes durações.

Quando o modelo híbrido foi investigado, o AG induziu à idéia que melhores resultados poderiam ser obtidos com o modelo puramente dinâmico, pois as melhores soluções reduziam o percentual de parcela estática do modelo

híbrido para um valor insignificante. Este teste foi feito para todas as subestações da área leste e o modelo puramente dinâmico (autorregressivo) produziu resultados tão bons ou melhores que o modelo híbrido.

Embora o conceito da separação dos dados em subconjuntos de treinamento e validação tenha sido inspirado na identificação de sistemas e em várias técnicas da inteligência computacional aplicada, em princípio nada impede que modelos sejam estimados com a totalidade dos dados, podendo sempre ser utilizados, para fins de validação, dados colhidos posteriormente, supondo um processo continuado de modelagem de carga, coletando novos dados, que vão refletir o comportamento da carga atualizado.

Para desenvolvimentos futuros, é necessário comprovar a robustez dos modelos propostos realizando mais simulações no ANATEM, onde seriam verificadas diversas contingências, a fim de se investigar a robustez dos modelos estimados pela metodologia.

A grande vantagem do AG é a simplicidade na representação de problemas como este, difíceis de serem resolvidos analiticamente. Os desenvolvimentos futuros podem almejar também a aceleração da convergência do método de estimação, seja aperfeiçoando a heurística do AG, seja utilizando outra técnica de otimização, embora esta não seja uma aplicação em tempo real e o tempo médio para estimação dos parâmetros de um modelo não seja crítico.

Ficou bastante claro que a definição do espaço de busca é essencial para uma convergência mais rápida, o que pode ser conseguido com uma análise paramétrica para descobrir faixas de valores típicos que produzam bons modelos. Diferentes taxas de *crossover* e mutação pouco contribuíram para acelerar a convergência, muito embora uma implementação melhorada destes operadores genéticos possivelmente proporcionaria uma busca mais eficiente de soluções.

Uma investigação mais cuidadosa da melhor maneira de se implementar a função objetivo (erro médio quadrático relativo) pode melhorar a qualidade dos modelos, por exemplo, se a função objetivo fosse ponderada, digamos, por ganhos proporcionais aos desvios  $P(k)-P_0$  a cada instante  $k$  da janela do registro. Assim, o erro das amostras durante transitórios (aplicação do distúrbio e eliminação do mesmo) teria mais peso, forçando a busca de parâmetros adequados para modelar fielmente esta nuance.