

5 Conclusão

O presente trabalho apresentou o desenvolvimento de um modelo neural para a inferência da qualidade do polietileno de baixa densidade a partir dos valores das variáveis de processo do sistema reacional. Para tal, fez-se uso de dados operacionais de uma empresa petroquímica, cujo pré-processamento incluiu a seleção de variáveis, limpeza e normalização dos dados selecionados e preparação dos padrões. O modelo neural desenvolvido no presente trabalho foi obtido através de uma rede neural artificial de arquitetura *feedforward*, com três camadas e seis neurônios na camada escondida. Esta rede apresentava função de ativação sigmóide nas camadas escondida e de saída, tendo sido treinada através do algoritmo de retropropagação do erro de Levenberg-Marquardt.

Com o intuito de enfatizar as vantagens associadas ao uso da modelagem neural para o índice de fluidez do PEBD, a capacidade de inferência do modelo neural desenvolvido neste estudo foi comparada com a de dois modelos fenomenológicos existentes. O primeiro modelo fenomenológico considerado corresponde ao modelo utilizado pelo sistema de controle avançado da planta de PEBD, enquanto que o segundo é uma adaptação do modelo de McAuley e MacGregor (1991), cujas constantes haviam sido previamente ajustadas para o sistema reacional em questão. Devido ao fato de ambos os modelos serem propriedade sigilosa da empresa, as suas equações não foram explicitadas no presente trabalho. Um mesmo conjunto de dados operacionais foi processado por todos os três modelos considerados – um modelo neural e dois modelos fenomenológicos – com o intuito de comparar o desempenho de cada um.

A medida de desempenho baseou-se no erro médio absoluto percentual (MAPE) dos modelos, tendo como referência valores experimentais do índice de fluidez. Neste contexto, o modelo neural apresentou precisão de 2,8037%, enquanto que os modelos fenomenológicos do sistema de controle e baseado no modelo de McAuley e MacGregor (1991) apresentaram precisão de 1,9274% e 59,5461%, respectivamente. Desta forma, pode-se considerar o modelo neural

desenvolvido no presente trabalho como uma eficiente alternativa aos modelos fenomenológicos existentes para o sistema reacional de produção de PEBD.

O desenvolvimento do presente trabalho levou à compreensão da importância de alguns itens para a modelagem processos químicos. O primeiro está relacionado com o pré-processamento dos dados. Esta etapa mostrou-se como uma das mais importantes para o desenvolvimento da modelagem neural, já que o desempenho de qualquer rede neural artificial depende da qualidade e da quantidade de dados aos quais a rede é apresentada. Desta forma, é recomendável destinar uma fração razoável do tempo de desenvolvimento do modelo neural ao pré-tratamento dos dados. Um outro fator que também contribuiu para o sucesso da modelagem de processos químicos através de redes neurais artificiais é a compreensão do sistema que será modelado, isto é, a compreensão dos fenômenos físico-químicos que ocorrem durante o processo químico. Além disso, é recomendável evitar generalizações no que diz respeito às *melhores* funções de ativação e ao número *ótimo* de neurônios na(s) camada(s) escondida(s). De fato, quando se deseja relacionar a qualidade de um produto com as variáveis de processo utilizando-se redes neurais artificiais, uma gama de configurações deve ser avaliada antes que seja possível determinar o modelo neural mais adequado.

Cabe ainda salientar que, diferentemente da literatura científica pesquisada, o presente trabalho apresenta os modelos neurais de maneira explícita, isto é, através de equações matemáticas cujos parâmetros são revelados. Isto permite que os modelos aqui apresentados sejam futuramente utilizados em sistemas inteligentes de controle de processos. De fato, a incorporação da modelagem neural aqui desenvolvida em algoritmos de controle de processo é uma das sugestões de continuação deste trabalho. Além disso, pode-se também sugerir a aplicação da metodologia de desenvolvimento de modelos neurais utilizada no presente trabalho para a inferência da qualidade do polietileno de alta densidade – cujo resultado seria de grande utilidade para a indústria de polímeros. Finalmente, pode-se ainda sugerir a incorporação dos modelos neurais desenvolvidos neste estudo a sistemas inteligentes de detecção de falhas, cuja crescente importância para a indústria química vem sendo amplamente divulgada (Uraikul *et al.*, 2007; Venkatasubramanian *et al.*, 2003^a; Venkatasubramanian *et al.*, 2003^b).