

## 2 Abordagens Anteriores

A garantia da qualidade dos processos industriais exige um alto investimento em tecnologia de ponta, em técnicas de controle de processo operacional e em análises laboratoriais, que qualificam os derivados segundo as determinações das normas internacionais de qualidade de cada produto. Sendo assim, motivado pela constante preocupação em elaborar métodos mais eficazes de controle, aliados aos métodos de apoio a decisões, muitos trabalhos foram elaborados aplicando novas técnicas que pudessem fornecer parâmetros de produção com melhores prazos, menores custos e qualidade. A seguir, alguns destes trabalhos são brevemente apresentados, identificando a importância destas técnicas nas indústrias e alguns fatores que incentivaram a elaboração desta dissertação.

Em operações industriais, os controles convencionais, conhecidos como PID (Proporcional Integral Derivativo), são muito eficientes para algumas aplicações. Entretanto, quando o processo de controle se torna complexo, envolvendo várias variáveis que comandam uma determinada saída do processo, ou ainda, respondem a estados de operação não lineares, é necessário implementar técnicas que consigam se adaptar ao processo e gerar resultados melhores para o sistema.

O uso de controles neurais tem mostrado bons resultados, conquistando no mercado mais confiança. Um exemplo prático que mostra esta aplicação pode ser visto em [TORRES00], onde é apresentada uma solução inteligente para controlar a concentração de produtos na parte alta e baixa de uma torre de destilação que separa a mistura de água e metanol. O processo usa um histórico de uma fábrica, aplicando algumas variáveis de leitura como entradas do sistema e controlando o retorno de condensado da parte alta e o fluxo de vapor na parte baixa da torre de destilação, através de uma saída definida como padrão, gerada por um controle PID convencional. Ou seja, uma rede neural é treinada com estes dados e fornece estabilidade ao processo em um menor tempo, com mais eficiência que um simples controlador PID.

Outro exemplo muito interessante é um estudo de caso do artigo [PARK00]. Nele são comparadas o desempenho da ferramenta PCA (Principal

Components Analysis) e a técnica PLS (Projection to Latent Structures). O PCA manipula uma matriz de dados buscando representar as variações presentes em diversas variáveis, utilizando um número menor de fatores e construindo um eixo de autovetores para representar as amostras de dados. Desta forma, a natureza multivariada dos dados pode ser visualizada em poucas dimensões. O PLS procura a variável latente dos dados, que descreve a direção de máxima variância, e realiza combinações lineares das componentes principais calculadas pelo método PCA.

Para avaliar o desempenho das duas técnicas foram elaborados dois estudos de caso. O primeiro representa um sistema não linear e procura estimar a composição do tolueno extraído da coluna de destilação, inferindo 16 variáveis de processo capturadas em tempo real. O segundo, já com características lineares, estima a temperatura de ebulição final do produto diesel. Em resumo, o artigo mostrou que ambas as técnicas não tiveram uma boa eficiência com o comportamento não linear, apesar de que o PLS, normalmente, possui uma boa eficiência ao lidar com ruídos experimentais, colinearidade e não linearidade nos dados. Todavia, para o segundo caso estudado, concluiu-se que o desempenho do PLS foi superior ao PCA, o que justifica que tanto a informação intrínseca da entrada quanto da saída foram relevantes para estimar informações deste sistema.

Algumas aplicações que utilizam o controle fuzzy também foram implementadas em processos de destilação química. Por exemplo, no artigo de [KLETT93], foi elaborado um software de controle, aplicando a lógica fuzzy por meio de três variáveis lingüísticas de entrada que definem o estado da planta, e de três variáveis de saída que controlam a produção da torre de destilação. Para relacionar tais variáveis, regras foram elaboradas a partir da experiência dos operadores da fábrica, implementando, assim, o modelo fuzzy que retrata o processo.

Após três meses de testes destilando diferentes tipos de misturas, o protótipo de controle fuzzy foi avaliado de acordo com o manual industrial de especificações de produtos derivados criado por especialistas. O resultado das frações recolhidas e analisadas por um cromatógrafo gasoso mostrou que não existia diferença significativa na pureza das frações destiladas pelo controle fuzzy e o manual. Além disso, o desgaste dos equipamentos que monitoram a torre de destilação no controle fuzzy é constante, já no controle manual as faixas de operação variam em até 40%. Por fim, também se observou que o tempo requerido para separar uma mistura desconhecida, em média, no controle fuzzy

é a metade do que se consegue no controle manual. A conclusão deste artigo é interessante, mas será que os conjuntos fuzzy estariam calibrados para a produção de qualquer produto, ou seja, a mistura inserida na entrada pode ter qualquer composição que o sistema se adapta e gera um controle eficaz produzindo o derivado determinado?

Outra proposta aplicando também lógica fuzzy é descrita no artigo [MARGAGLIO97]. O objetivo deste sistema é estudar o método FIS (Fuzzy Inference System) para melhorar o desempenho da produção na coluna de destilação, mantendo a qualidade do produto dentro da faixa de pureza especificada e operando com baixo consumo de energia. O processo é separado em dois controles, o primeiro realizando o controle da saída de rejeito e o segundo o controle da saída principal. A técnica FQL (Fuzzy Q-learning Algorithm) é utilizada para escolher o controle que deverá atuar em determinado instante segundo as condições do sistema. Entretanto, na prática, foi observado que os controles descentralizados não geraram um bom resultado. Um problema que esta aplicação sofre, utilizando a lógica fuzzy, está relacionado ao tipo de sistema de controle proposto, visto que o mesmo opera com um número de variáveis de entrada muito grande, dificultando a escolha dos instrumentos que teriam maior grau de relevância para o sistema e dificultando a formação de regras.

Avaliando as vantagens e desvantagens dos sistemas inteligentes citados, frente à solução proposta por [FALLETI03], utilizando redes neurais artificiais associados a um filtro de Kalman estendido, foi possível desenvolver nesta dissertação uma metodologia mais robusta através da implementação de etapas de pré-processamento no banco de dados original. Com isto, foi elaborado um sistema de inferência de dados para ser aplicado de forma on-line na produção da nafta craqueada, alertando sobre quaisquer desvios no processo de produção e permitindo a correção antecipada. Então, fazendo uso do programa Matlab (Mathworks) e de um histórico de medidas físicas coletadas a partir do campo de produção, a temperatura do ponto final de ebulição da nafta craqueada foi inferida.

A idéia central do método aqui proposto é similar ao trabalho de Torres [TORRES00], que utiliza um grupo de variáveis de entrada para inferir uma variável de saída, treinando uma rede neural com o auxílio de um grupo padrão gerado por métodos convencionais.

As redes neurais são capazes de generalizar séries temporais; entretanto, não se adaptam muito bem quando a entrada muda bruscamente suas

características físico-químicas. Sendo assim, a solução mais aplicada na indústria química faz uso do re-treinamento da rede, ou ainda de recursos de processamento adaptativo, como proposto em [KLETT93]. Como alternativa à necessidade de re-treinamento, a solução de [FALLETI03] utiliza um filtro estocástico que permite atualizar em tempo real os pesos da rede neural através de pequenas variações geradas por ruído branco.

O método desenvolvido estaria pronto para ser implementado, porém é interessante aplicar técnicas de seleção de variáveis, conforme utilizado em [PARK00], para reduzir o número de entradas do processo e avaliar que tipo de ganho este processamento daria ao sistema como um todo. Além disso, é relevante executar uma etapa de pré-processamento para eliminar erros e ruídos do banco de dados, de modo que o treinamento inicial da rede seja otimizado, eliminando sinais do campo que não agregam informações ao processo.