

## 8. Conclusões e Recomendações

Para a simulação das condições operacionais de uma estação de entrega de gás natural foi desenvolvida uma ferramenta numérica capaz de estimar o escoamento de gás e os processos de transferência de calor ao longo do tempo nos principais equipamentos da instalação.

Para caracterizar as propriedades do gás natural, considerou-se as equações de estado de Peng-Robinson e Soave-Redlich-Kwong. Considerou-se ainda, o efeito Joule-Thomson na previsão da queda de temperatura nos equipamento. No Capítulo 5 é demonstrado que o coeficiente Joule-Thomson é muito sensível a variações na composição do gás natural, e a condição de pressão e temperatura da estação de entrega.

Analisou-se uma estação de entrega de gás operando em regime estacionário e comparou-se com os resultados obtidos com o simulador de processos HYSYS 3.2. Uma ótima concordância foi obtida, confirmando que a metodologia de cálculo empregada no presente trabalho é adequada. O desempenho das equações de escoamento compressível em dutos e válvulas foi testado na comparação com simulador comercial de transporte de gás natural Pipeline Studio 3.1, também obtendo boa concordância nos resultados.

O modelo de filtro ciclone foi configurado de acordo com especificações fornecidas nas folhas de dados de projeto e comparado com a memória de cálculo do projeto fornecido pelo fabricante.

No Capítulo 6 é apresentada uma análise dos resultados dos cenários operacionais de validação da modelagem da estação de entrega de gás natural de São Carlos da TBG e concluiu-se que a variação de temperatura de saída do gás e da água dos aquecedores indiretos de banho é compatível com os valores registrados no sistema supervisor e nos instrumentos locais. Foi encontrado um amortecimento na temperatura da saída da tubulação que interliga o *by-pass* dos aquecedores até a válvula de redução de pressão. Este amortecimento da

temperatura indicado pelo transmissor TT-003 está presente nos dois cenários operacionais estudados, sendo mais acentuado na operação com dois aquecedores.

No Capítulo 7 são apresentadas as condições operacionais que influenciam a malha de controle de temperatura existente na estação de entrega de São Carlos-SP da TBG. Os resultados obtidos no cenário com dois aquecedores demonstram que o amortecimento da temperatura de entrega pode ser promovido pela atuação da malha de controle de temperatura existente ou ainda pela capacidade térmica conjunta do material da serpentina e do tubo de chama que foram desprezados no modelamento matemático do aquecedor. Contudo a diferença de temperatura entre a entrada e saída do header de 8" obtidos pelo simulador e registrado no supervísório mostraram-se diferentes no cenário com dois aquecedores, esta discordância deve ser futuramente investigada.

Uma malha de controle de temperatura de entrega modificada foi estudada no Capítulo 7 como alternativa a lógica de controle existente com controladores de duas posições para temperatura da água do banho. Os resultados obtidos demonstraram que a malha de controle modificada permitiria uma maior flexibilidade operacional com maior faixa de variação da vazão de entrega, evitando sucessivos reajustes nos *setpoints* de temperatura da água dos aquecedores indiretos. Uma desvantagem da malha modificada com regulagem da temperatura de entrega mais precisa é o aumento do consumo de combustível da estação.

Os resultados obtidos para o escoamento em uma estação de entrega de gás, operando tanto em regime permanente ou transiente, mostraram que a metodologia desenvolvida apresenta-se como uma excelente ferramenta. Pode-se controlar a operação de uma estação existente, assim como investigar possíveis cenários de melhora de operação. Mostrou-se a possibilidade de melhorar o desempenho de uma estação de entrega de gás com diferentes tipos de controle.

Na etapa de concepção da ferramenta de simulação foi incluído no módulo de solução das propriedades térmicas do gás natural o cálculo da variação de entropia, que viabilizaria a criação de novos equipamentos como turbo-compressores e moto-compressores necessários para a modelagem de estações de compressão de gás natural.

A ferramenta de simulação desenvolvida pode ser aplicada no treinamento de pessoal envolvido nas etapas de projeto, operação e manutenção dos pontos de

entrega de gás natural, para melhor conhecimento do funcionamento dos equipamentos da instalação e variáveis do processo.

É necessária a inclusão da lógica de controle da reguladora de pressão a fim de representar o comportamento dinâmica real dos pilotos das válvulas, esta lógica é de difícil implementação e exige a obtenção de dados mais detalhados dos fabricantes para modelagem e validação destas válvulas.