

## **CAPÍTULO 8**

### **CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS**

A partir deste trabalho de pesquisa, foi possível comprovar a eficácia da medição de pressão para determinação de defeitos em válvulas de compressores alternativos. Além disso, uma nova metodologia foi apresentada para tratamento de dados de vibração que, combinada às informações obtidas dos diagramas  $P \times V$  (Pressão x Volume deslocado unitário do pistão), possibilitou uma melhor identificação dos defeitos originados na parte de acionamento da máquina.

Demonstrou-se que a medição da pressão interna do cilindro é uma condição necessária, embora esta medição apresente maiores dificuldades técnicas e resulte em maiores custos. Neste caso, verificou-se que a medição de pressão dinâmica na tubulação de descarga contém mais informações a respeito do comportamento do gás – considerando influência do sistema de tubulações, vasos, filtros, etc. – do que efetivamente a respeito do estado do compressor. Por outro lado, ficou comprovado que a medição de pressão dinâmica no cilindro do compressor está bastante associada ao movimento do pistão, cujos efeitos são influenciados pelo estado dos componentes do sistema de compressão (pistão, cilindro, anéis de vedação, válvulas, etc.).

A solução desenvolvida neste projeto para medição da pressão dinâmica interna do cilindro – com intervenção no cabeçote do compressor –, demonstra que este trabalho implicará em uma modificação do projeto da máquina, para compressores comerciais. Tal intervenção requer a eventual participação do fabricante do compressor ou das válvulas.

Outro aspecto importante relacionado aos sensores de pressão dinâmica e vibração foi o controle de temperatura. Em determinadas situações, a temperatura alcançou valores de até 120 °C no cabeçote. Isto resultou no desenvolvimento de sistemas de resfriamento para os sensores, a fim de manter constante a sensibilidade do sensor de pressão dinâmica e minimizar o risco de danos a estes sensores.

Por outro lado, este trabalho permitiu o desenvolvimento das metodologias de validação do sistema completo de medição (sensores e interface, etc.). Esta validação confirmou os resultados de calibração individual dos sensores e do sistema de aquisição. Utilizando o método de pulsos de pressão, os resultados obtidos foram muito próximos aos resultados de calibração individual de sensor e interface. Já para a validação da medição de vibração, a comparação dos resultados obtidos com os apresentados por um sistema comercial foi satisfatória.

O sensor utilizado para medição de pressão dinâmica mede somente a variação de pressão e não a pressão absoluta. Este problema foi solucionado pelo desenvolvimento de uma metodologia de cálculo da pressão absoluta baseada em

dados obtidos do diagrama  $P \times V$  sem correção, nos fundamentos da Termodinâmica e em equações empíricas. A eficácia desta metodologia foi comprovada pela coerência e repetibilidade dos resultados dos testes, feitos com diversas pressões de descarga, e pela razoável aproximação entre o valor do volume morto medido e o volume morto calculado.

A eficácia do sistema como um todo (sensores, interface e softwares) foi ratificada pela forma das curvas de Pressão e Vibração *versus* Deslocamento do Pistão, cujos resultados estão de acordo com os previstos na literatura. Também foi possível constatar a influência dos defeitos nos dados de desempenho calculados a partir das informações dos diagramas  $P \times V$ . Além disso, verificou-se que os parâmetros de desempenho calculados, quando válvulas em bom estado foram utilizadas, estão coerentes com os valores obtidos na folha de dados do fabricante.

Este trabalho ensejou buscar parcerias com a Petrobrás, através do programa PROMINP e de programas de apoio a universidades para melhoria do sistema de coleta e análise de dados. Estas melhorias deverão ser desenvolvidas com a aplicação do sistema em um compressor de teste de maior porte e, se possível, em um compressor industrial. Dentre os possíveis aprimoramentos, destacam-se:

- Desenvolvimento de uma fonte de alimentação por baterias ou compatível com ambientes industriais;
- Compatibilização do equipamento com as condições de segurança em ambiente industrial;

- Implementação de sistema de amplificação com ganho variável e em função do nível de sinal de entrada, compatível com diferentes sensores;
- Implementação de sistema medição de ângulo por codificador de posição, que oferece maior precisão;
- Introdução de variáveis complementares, como a medição de ultra-som;
- Elaboração de um software para automação das principais análises;
- Estudos de projeto para alteração de válvulas de compressores reais visando a adaptação da sonda utilizada para medição da pressão interna do cilindro.