

## 5 - CONCLUSÕES

As conclusões deste trabalho referem-se às metodologias desenvolvidas e aos resultados obtidos dos testes experimentais com o motor aspirado multicomcombustível funcionando com gasolina, álcool etílico e GNV - gás natural veicular - para as razões volumétricas de compressão de 11:1, 12,5:1 e 15:1 e para o motor turboalimentado operando com os mesmos combustíveis. As metodologias abordadas são: a metodologia de calibração e ajuste do sistema de controle do motor e a metodologia de depuração do sinal de pressão medido no interior do cilindro. Os resultados por sua vez, compreendem os parâmetros de calibração e ajuste do motor, os parâmetros de operação do motor, os parâmetros de desempenho e os parâmetros de combustão para as configurações do motor acima mencionadas.

A metodologia de calibração e ajuste do sistema de gerenciamento proposta, utilizando uma UCE programável, se mostrou viável e eficiente para motores multicomcombustíveis aspirados e turboalimentados, podendo ser adotada pelas montadoras e fabricantes de componentes automotivos. Esta metodologia torna possível o ajuste de todas as variáveis de controle de modo a obter a maximização do desempenho e o controle da eficiência energética global do motor.

A metodologia de depuração dos dados de pressão do cilindro apresentada possibilita a obtenção dos parâmetros fundamentais para análise da combustão, para as várias razões volumétricas de compressão testadas no motor aspirado e para o motor turboalimentado. A metodologia adotada permite concluir sobre o processo de combustão e detectar onde atuar para aperfeiçoar o processo de queima.

A aplicação da turboalimentação mostrou-se efetiva em permitir que se tire proveito das diferenças de propriedades entre os três combustíveis disponíveis para uso em veículos de passeio no Brasil, sem a necessidade da utilização de um sistema que varie a razão volumétrica de compressão. Os resultados demonstram a viabilidade técnica de se buscar a otimização operacional de um motor, para diferentes combustíveis, através da turboalimentação. Neste trabalho obteve-se a maximização do desempenho sem

prejuízo para a eficiência energética global, mesmo em cargas parciais para o álcool e para o GNV. Para a gasolina o emprego de novas tecnologias disponíveis faz-se necessário visando maximizar o seu desempenho.

Os resultados obtidos com o GNV evidenciam a adequação da utilização de sistemas de turboalimentação com esse combustível. Os maiores ganhos em desempenho para o motor turboalimentado, sem prejuízo no consumo específico e na eficiência energética global, foram obtidos para o álcool e o GNV, sendo estes ganhos ainda maiores em cargas parciais. Para a gasolina estes ganhos são limitados, mesmo para cargas parciais, devido ao fato da razão volumétrica de compressão já ser muito alta para esse combustível em motores dotados de sistemas de injeção indireta. Para cargas maiores estes ganhos em desempenho podem ser aumentados ainda mais na versão turboalimentada, reduzindo-se a razão volumétrica de compressão do motor, ou diminuindo a retenção dos gases queimados no cilindro através da adoção de uma turbina de geometria variável.

Ao contrário das tecnologias já existentes, descritas na revisão bibliográfica, a metodologia proposta permite atingir desempenhos (PME) superiores para o motor turboalimentado funcionando com álcool etílico hidratado e GNV sem prejuízo para eficiência energética global (SFC).

Neste trabalho a escolha da faixa de razão de turboalimentação de 1 a 2, permitida pelo controle eletrônico da pressão, possibilita obter desempenhos compatíveis com os critérios de melhor eficiência definidos nos objetivos. Sistemas de turboalimentação típicos apresentam a faixa de razão de turboalimentação de 1,5 a 2,5, permitindo obter torques elevados a custo de uma menor eficiência energética global, ou seja, com o aumento do consumo específico.

A faixa de turboalimentação utilizada nesta investigação, associada ao conjunto turbocompressor especificado, permite a turboalimentação do motor desde baixos regimes de rotação e carga, possibilitando minimizar a faixa de inoperância do turbocompressor (*turbolag*) e, conseqüentemente, privilegiando a dirigibilidade.

A pesquisa realizada permite obter dados relevantes para o desenvolvimento de motores multicomcombustíveis, principalmente como uma opção de *Downsizing* para motores maiores. Os dados obtidos permitem ainda o desenvolvimento, calibração e validação de modelos matemáticos para a simulação de motores multicomcombustíveis aspirados e turboalimentados.

As alternativas para o uso de turboalimentação como um instrumento de otimização de motores multicomcombustível não se esgotam com a investigação realizada. Identificam-se diversas técnicas e tecnologias que ampliam os ganhos potenciais, tais como recirculação de gases queimados, injeção direta, mistura pobre, estratificação e outros.