

# SUMÁRIO

<b>Capítulo 1 - Introdução ao Diagnóstico de Eletrônica Embarcada .....</b>	<b>1</b>
Falhas de Dirigibilidade .....	1
Requisitos para o Diagnóstico .....	2
Manutenção Veicular .....	2
Malha Aberta e Malha Fechada .....	3
Procedimento de Diagnóstico em Sistemas Eletrônicos .....	4
Instrumentação para Sistemas de Eletrônica Embarcada .....	5
<b>Capítulo 2 - Equipamento de Diagnóstico - Scanner .....</b>	<b>6</b>
<b>Capítulo 3 - Sistemas de Eletrônica Embarcada - Função de Diagnóstico .....</b>	<b>9</b>
Modos do Programa de Diagnóstico .....	10
<b>Capítulo 4 - Ajuste de Combustível .....</b>	<b>15</b>
Controle da Mistura e do Avanço .....	15
Parâmetros de Ajuste de Combustível ou de Controle da Mistura .....	16
Ajuste (adaptação) de Combustível de Curto Prazo - STFT .....	17
Ajuste de Combustível de Longo Prazo - LTFT .....	18
Ajuste de Combustível - Linha GM .....	22
Sensores de Relação Ar/Combustível .....	24
<b>Capítulo 5 - Ajuste de Combustível .....</b>	<b>26</b>
Aplicação ao Diagnóstico .....	27
<b>Capítulo 6 - Ajuste da Marcha Lenta .....</b>	<b>33</b>
Controle da Rotação de Marcha Lenta .....	33
Parâmetros de Ajuste da Marcha Lenta .....	34
Verificação do Dispositivo de Controle da Marcha Lenta .....	36
Avaliação de Desempenho da Função "Controle da Marcha Lenta" .....	36
<b>Capítulo 7 - Osciloscópio - Multímetro Gráfico .....</b>	<b>38</b>
Osciloscópio - DSO .....	38
Multímetro Gráfico - PGM/GMM .....	39
Acoplamento AC .....	40
Aplicação do Multímetro Gráfico .....	41
<b>Capítulo 8 - Transdutor de Corrente .....</b>	<b>44</b>
Ponta (pinça) de Corrente .....	44
Ponta de Corrente - Aplicação ao Diagnóstico Automotivo .....	46
<b>Capítulo 9 - Falhas de Combustão .....</b>	<b>53</b>
Diagnóstico de Falhas de Combustão com Scanner .....	56
Teste de Cancelamento de Cilindro (Balanceamento de Cilindro) .....	58

<b>Capítulo 10 - Sistema de Ignição .....</b>	<b>60</b>
Características .....	60
Ignição Estática de Faísca Perdida .....	65
Modos de Visualização .....	66
Pontos de Visualização .....	67
Aplicação ao Diagnóstico de Falhas de Combustão .....	69
<b>Capítulo 11 - Falhas de Combustão - Circuito Secundário .....</b>	<b>70</b>
Tensão de Disparo - KVmax .....	70
KV de Disparo - Procedimentos de Teste .....	72
Análise da Linha de Centelha .....	77
<b>Capítulo 12 - Falhas de Combustão - Circuito Primário .....</b>	<b>80</b>
Diagnóstico do Circuito Primário .....	80
Onda de Corrente Primária .....	81
Bobina de Ignição .....	83
Casos de Diagnóstico .....	84
<b>Capítulo 13 - Pressão e Vácuo .....</b>	<b>86</b>
Vácuo e Pressão Absoluta .....	86
Medidores de Pressão e Vácuo .....	88
Testes de Compressão .....	90
<b>Capítulo 14 - Testes de Compressão - Relativa/Estática/Dinâmica .....</b>	<b>92</b>
Compressão Relativa .....	92
Compressão Estática ou Compressão no Arranque .....	95
Compressão Dinâmica ou Compressão em Funcionamento .....	96
Compressão Estática e Dinâmica - Aplicação .....	97
<b>Capítulo 15 - Compressão de Cilindro - Transdutor Eletrônico de Pressão .....</b>	<b>98</b>
Análise da Onda de Compressão .....	99
<b>Capítulo 16 - Verificações com Medição de Vácuo .....</b>	<b>102</b>
<b>Capítulo 17 - Transdutor de Vácuo e de Pressão Diferencial .....</b>	<b>106</b>
Transdutor de Vácuo .....	106
Transdutor de Pressão Diferencial .....	109
<b>Capítulo 18 - Diagnóstico de Dirigibilidade - Detonação/Vazamentos .....</b>	<b>113</b>
Vazamentos .....	113
Detonação .....	118
<b>Capítulo 19 - OBD II - Introdução .....</b>	<b>121</b>
Padrão OBD II .....	122

<b>Capítulo 20 - OBD II - Monitores .....</b>	<b>128</b>
Monitores de Diagnóstico .....	128
Critérios de Habilitação .....	130
Palavra de Estado I/M .....	131
Ciclos de Operação .....	133
Lâmpada Indicadora de Defeito OBDII - MIL .....	135
<b>Capítulo 21 - OBD II - Modos de Diagnóstico .....</b>	<b>136</b>
Parâmetros de Funcionamento do Motor - Modo \$01 .....	138
Modo Falhas - Modo \$03/\$07 .....	140
Dados Congelados - Modo \$02 .....	142
Resultado dos Testes de Diagnóstico - Modo \$06 .....	143
<b>Capítulo 22 - OBD II - Falhas de Combustão .....</b>	<b>148</b>
Métodos de Detecção .....	148
Monitor de Falhas de Combustão .....	149
<b>Capítulo 23 - OBD II - Ajuste de Combustível/Componentes .....</b>	<b>155</b>
Monitor de Ajuste de Combustível .....	155
Monitor Abrangente de Componentes .....	157
<b>Capítulo 24 - Sensores de Concentração de O<sub>2</sub> .....</b>	<b>159</b>
Sensor de Oxigênio (sonda Lambda) .....	159
Sensor de Relação Ar/Combustível .....	161
<b>Capítulo 25 - OBD II - Monitor dos Sensores de Concentração de O<sub>2</sub> .....</b>	<b>168</b>
Monitor dos Sensores de O <sub>2</sub> .....	169
Monitor do Sensor de Relação Ar/Combustível .....	172
Códigos de Falha (DTC) .....	172
Critérios de Habilitação do Monitor .....	173
<b>Capítulo 26 - OBD II - Catalisador .....</b>	<b>174</b>
Monitor do Catalisador .....	177
<b>Capítulo 27 - OBD II - Sistema EGR - Recirculação dos Gases de Escape .....</b>	<b>181</b>
Monitor EGR .....	183
<b>Capítulo 28 - OBD II - Sistema EVAP - Controle das Emissões Evaporativas .....</b>	<b>187</b>
Monitor das Emissões Evaporativas .....	188
Sistema ORVR .....	192
<b>Capítulo 29 - OBD II - Monitores AIR/Válvula Termostática/PCV .....</b>	<b>193</b>
Sistema de Injeção de Ar Secundário - AIR .....	193
Monitor do Sistema de Ar Secundário .....	194
Monitor da Válvula Termostática .....	195
Monitor do Sistema de Ventilação Positiva do Câster - PCV .....	196

## PRÓLOGO

Dando continuidade à temática abordada nas publicações anteriores - *Controle Integrado do Motor e Eletroeletrônica Automotiva* - este livro foca o diagnóstico de sistemas de eletrônica embarcada que equipam os veículos atuais. Em função da abrangência do tema, a ênfase será dada ao motor de ciclo Otto, seja este carburado ou eletrônico. No entanto, muitos dos procedimentos apresentados podem ser aplicados a motores Diesel ou a outros sistemas de eletrônica embarcada.

Reparar que uma válvula solenóide é operada da mesma forma não importando o sistema no qual é aplicada: A/C, ABS/TC, entre outros.

Assim sendo, o objetivo foi o de apresentar, de forma abrangente, procedimentos de diagnóstico atualmente em uso. Desde os métodos tradicionais que se utilizam do vacuômetro e do medidor de compressão até os mais avançados, que implicam no uso de transdutores de baixa corrente e de pressão e vácuo associados ao osciloscópio automotivo ou ao multímetro gráfico.

Compete ao profissional, assim que vai se familiarizando e adquirindo experiência, julgar qual o método a ser utilizado segundo as circunstâncias.

Observar que em muitas situações deverá ser utilizado mais de um procedimento de diagnóstico para se chegar à solução do problema, mas, dificilmente um defeito requererá a aplicação de todos os apresentados a seguir.

O leitor poderá observar, assim que avança no estudo dos diversos capítulos, que os métodos apresentados fazem uso intensivo do scanner, do osciloscópio automotivo e do multímetro gráfico, estes últimos associados a transdutores eletrônicos de corrente, pressão e vácuo, o que contribui para aumentar a potencialidade dos referidos instrumentos. Mas, ainda que não se possua uma determinada ferramenta de diagnóstico, o apresentado com relação à mesma, poderá servir como material didático no exercício do raciocínio e na compreensão do funcionamento dos diversos subsistemas que compõem o motor moderno.

Este livro, da mesma forma que os anteriores, segue a diretriz de valorizar o raciocínio baseado em conceitos bem sedimentados.

Por outro lado, ainda que o foco seja o diagnóstico do motor, onde pertinente, os exemplos mostram a aplicação dos procedimentos a outros sistemas de eletrônica embarcada de forma a permitir máximo aproveitamento do investimento realizado nas ferramentas de diagnóstico.

*Humberto José Manavella  
São Paulo, junho de 2009*