



Especialista
em sensores

MANUAL TÉCNICO SENSORES DE OXIGÊNIO



Download
do Catálogo
Eletrônico NGK

www.ngkntk.com.br/catalogo



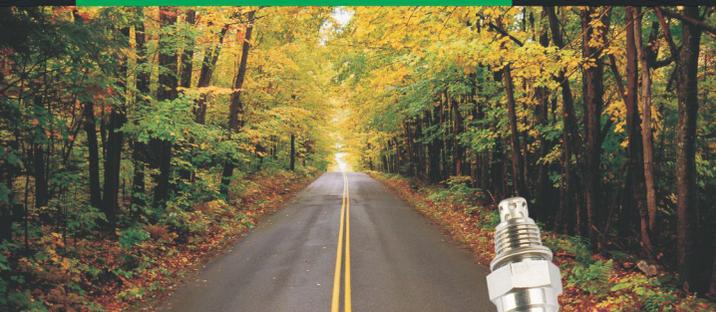
APP
NGK

DISPONÍVEL EM



BRASIL





Cada vez mais se faz necessário o controle da emissão dos gases poluentes ao meio ambiente. Como se sabe, os veículos automotores são grandes colaboradores para a emissão destes gases. Para que isto mude, hoje os veículos com injeção eletrônica contam com um aliado muito importante: o sensor de oxigênio ou sonda lambda.



Sua função no veículo

Detectar a concentração de oxigênio nos gases de escape e informar a unidade de controle do veículo quanto à condição da mistura ar/combustível queimada.

O sensor de oxigênio compara a quantidade de oxigênio presente nos gases de escape com o ar ambiente e gera um sinal elétrico na forma de tensão que é enviado para a **ECU** (Unidade de Controle Eletrônico). A unidade de controle utiliza essa informação para ajustar a quantidade de combustível a ser injetada no motor e desta forma atingir uma condição próxima da mistura estequiométrica.(1)

(1) **Mistura estequiométrica ou ideal** ($\lambda=1$) é a melhor relação entre o ar admitido e o combustível injetado no motor para que ocorra uma combustão completa resultando na melhor condição de conversão dos gases de escape pelo catalisador.

Relação estequiométrica dos combustíveis:

Álcool: 9:1 (9 partes de ar para 1 parte de combustível)

Gasolina: 13:1 ~ 14:1 (Brasil)

GNV: 17:1 ~ 17,5:1

* esta relação é em massa

Benefícios



Economia



Meio Ambiente

VEÍCULOS FLEX FUEL

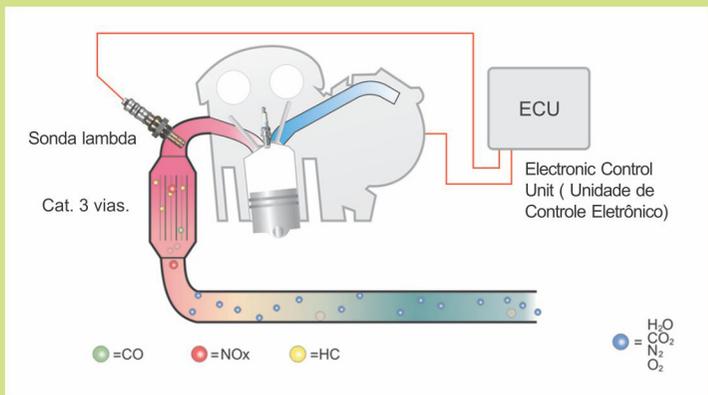
Nos veículos com motores **Flex Fuel** no Brasil, esta informação também permite que o sistema reconheça o tipo de combustível presente no tanque (gasolina, álcool ou mistura de ambos).

Localização

1

Sistema com um Sensor

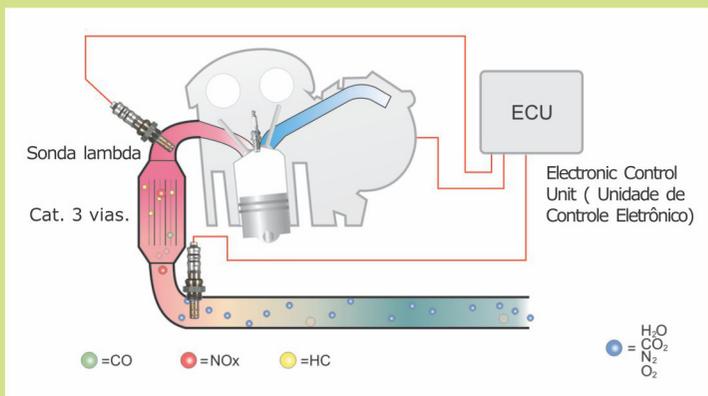
(sensor anterior ao catalisador, comumente utilizado no Brasil)



2

Sistema com dois Sensores

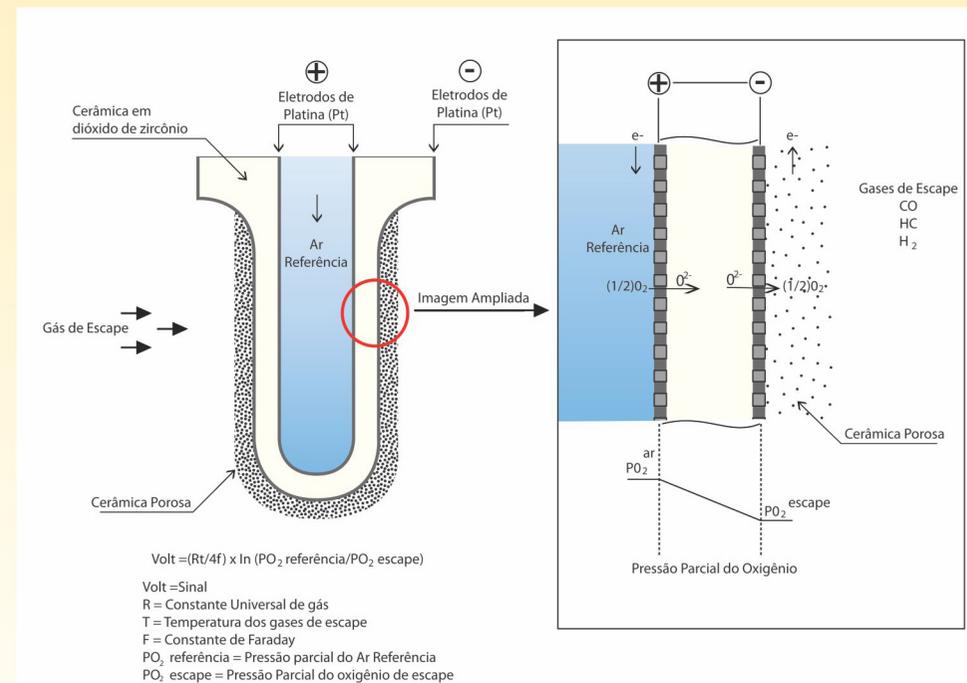
(sensor anterior e posterior ao catalisador - OBD-BR II Obrigatório no Brasil a partir de 2010, para 60% dos veículos produzidos e 2011 para 100% dos veículos produzidos)
(1) OBD (On-Board Diagnosis): é um sistema de autodiagnose de falhas em veículos automotores

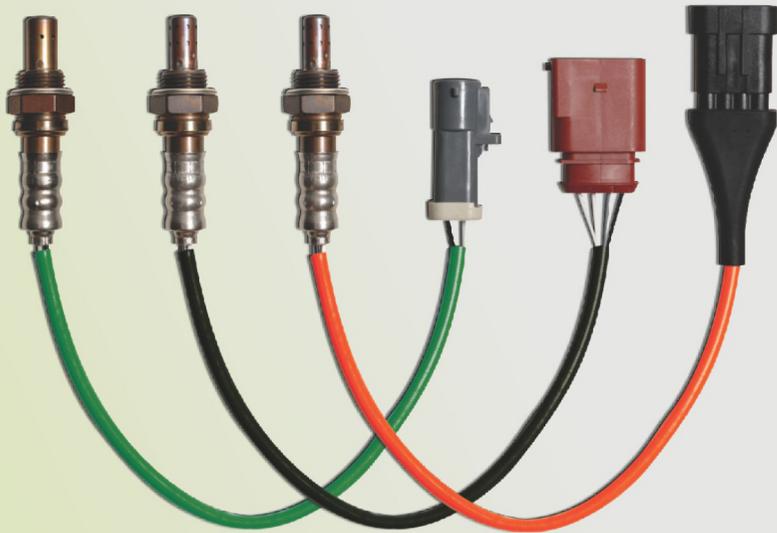


Princípio de Funcionamento

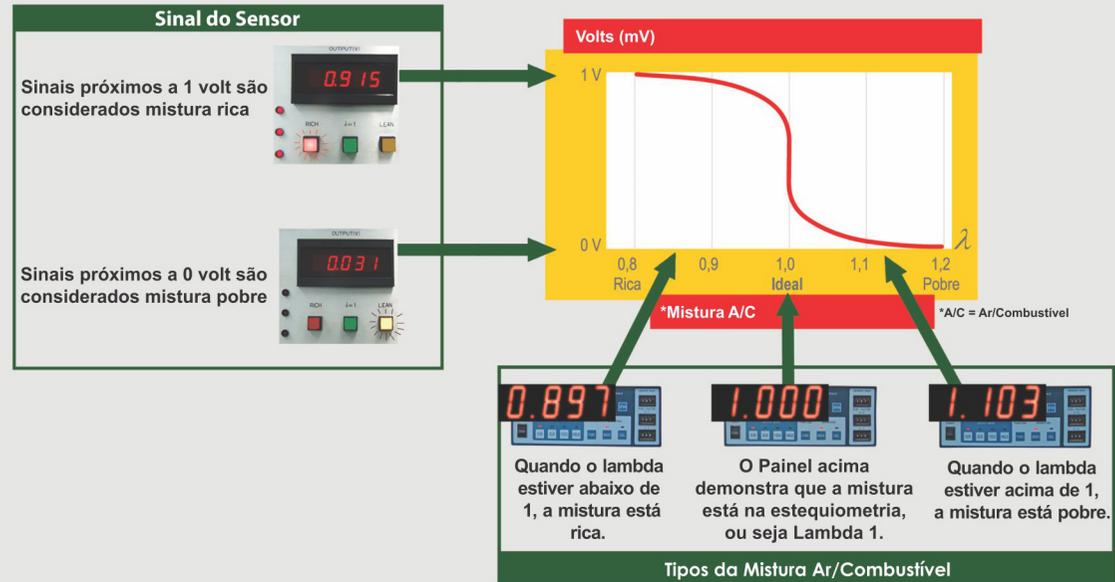
O elemento sensor consiste em um material cerâmico dióxido de zircônio com eletrodos de platina em sua superfície. O zircônio, quando aquecido à temperatura acima de 350°C, torna-se condutor de íons de oxigênio, resultado da seqüência abaixo.

O fluxo de íons de oxigênio pelos eletrodos de platina gera uma tensão elétrica devido à diferença de concentração de oxigênio dos gases de escape e do ar ambiente. Se houver baixo fluxo de íons pelos eletrodos a tensão elétrica será próxima de 0V (mistura pobre) e a ECU entenderá que deve enriquecer a mistura, aumentando o tempo de injeção do combustível. Quando houver aumento do fluxo de íons pelos eletrodos a tensão elétrica será próxima de 1V (mistura rica) e a ECU entenderá que deve empobrecer a mistura, diminuindo o tempo de injeção do combustível e assim sucessivamente, alternando a tensão elétrica entre 0V e 1V.

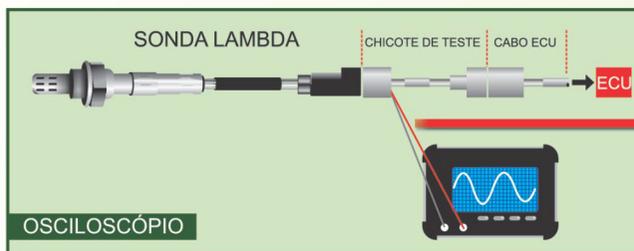




Curva Característica

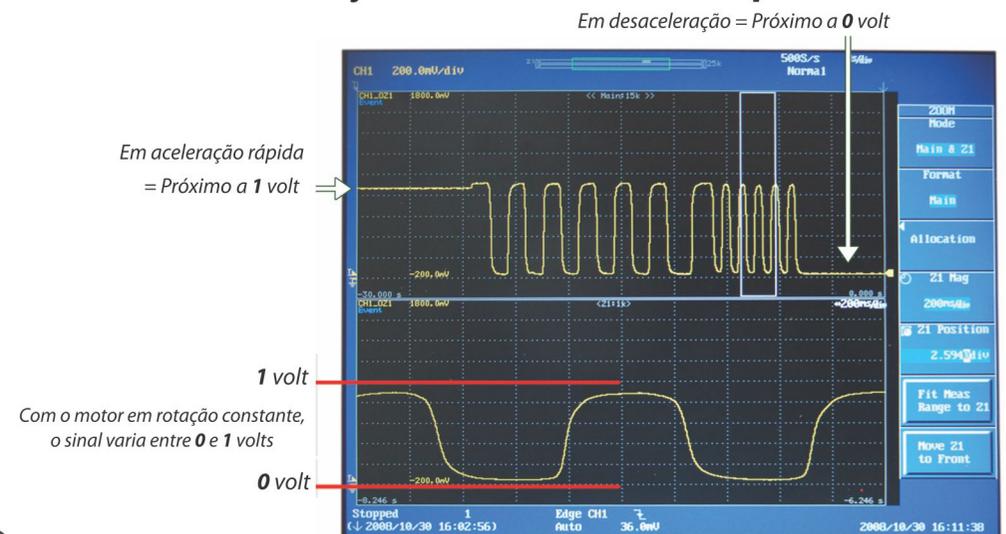


Pontos para medição do sinal da sonda



O sinal do sensor é obtido através da leitura efetuada nos contatos dos fios preto (sinal) e cinza (terra)

Visualização do sinal com osciloscópio



Tipos de Sonda disponíveis no mercado e suas características



OZAS®-S3 (Tipo EGO - 1 fio)

É uma sonda do tipo dedal sem aquecedor destinado para motos de pequena cilindrada. Além de ser compacto, leve e resistente à vibração, satisfazendo as exigências de uso da motocicleta, o sensor emprega um terminal de borracha para facilitar a montagem.



ZFAS®-S2 (Tipo THICK FILM - 4 fios)

É um sensor do tipo compacto, leve e altamente resistente à vibração que permite ótima flexibilidade para instalação em espaços reduzidos como escapamentos de motos. Sua concepção construtiva não necessita de ar ambiente de referência e além de ter um início de funcionamento rápido, o aquecedor possui um baixo consumo de energia elétrica. Para o uso deste sensor é necessário que o módulo de injeção tenha fonte de corrente.



OZAS®-S1 (Tipo ISO HEGO - 4 fios)

É uma sonda que possui um corpo de cerâmica feito a base de Dióxido de Zircônio em forma de dedo (motivo do nome dedal) e revestido por eletrodos de platina. Este sensor possui aquecimento interno e massa isolada, além de excelente desempenho e confiabilidade, mesmo em condições de baixa temperatura, o que permite atender às leis de emissões mais rigorosas, contribuindo para a redução da poluição ambiental. Pode ser fornecido com o aquecedor Standard (padrão) com início de funcionamento a partir de 40s ou com aquecedores de alta potência, o que lhe confere um início mais rápido (15s para o tipo FLO e 10s para o tipo UFLO). No Brasil, os veículos Flex utilizam a tecnologia FLO dos sensores NTK.



ZFAS®-U (Tipo HEGO - Linear)

UEGO é um produto avançado para controle da mistura ar/combustível que utiliza a tecnologia de substratos cerâmicos multicamadas. O sinal gerado é uma curva de corrente que, de acordo com o seu sentido e intensidade, determina exatamente o λ da mistura. Este sensor mede uma ampla faixa da mistura A/C e permite um controle preciso da mistura resultando na redução das emissões dos gases poluentes e também no consumo de combustível. Também é muito utilizado em veículos de competição por proporcionar um ajuste preciso da mistura ar/combustível.

Normas brasileiras para controle de Emissões

O Brasil possui o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE/PROMOT) e tem como referências as normas européias. Com o programa, todos os veículos novos, nacionais e importados, são submetidos à homologação quanto à emissão de poluentes. O PRONCOVE foi implantado em 1986 e, desde então, 97% da emissão de poluentes foi reduzida com a adoção de tecnologias como a injeção eletrônica, catalisador, sensor de oxigênio e a melhoria na qualidade dos combustíveis para assegurar uma redução ainda maior nos principais gases poluentes que são: **CO (monóxido de carbono), HC (hidrocarboneto) e NOx (óxido de nitrogênio).**

Carros



Motos



UNIDADE - GRAMAS / KM RODADO

Tabela de Evolução da Lei de Emissões para Automóveis - PROCONVE

UNIDADE - GRAMAS / KM RODADO

Tabela de Evolução da Lei de Emissões para Motos - PROMOT

Evolução da Lei de Emissões

Limites máximos de emissão para veículos leves novos					
Ano	CO (g/km)	HC (g/km)	Nox (g/km)	Aldeídos (g/km)	CO _{MARCHA-LENTA} (% vol)
89 - 91	24	2,1	2	-	3
92 - 96 ^B	24	2,1	2	0,15	3
92 - 93	12	1,2	1,4	0,15	2,5
mar/94	12	1,2	1,4	0,15	2,5
jan/97	2	0,3	0,6	0,03	0,5
mai/03	2	0,3	0,6	0,03	0,5
jan/05(40%)					
jan/06(70%)	2	0,16 ^A ou 0,30 ^B	0,25	0,03	0,5
jan/07(100%)					
jan/09	2	0,05 ^A ou 0,30 ^B	0,12	0,02	0,5

A - Hidrocarbonetos não metano (NMHC).

B - Hidrocarbonetos totais somente para veículos a GNV, que também atendem ao item (A).

Evolução da Lei de Emissões

Limites de emissão para motocicletas e veículos similares novos					
Ano	Motor (cm ³)	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	CO _{MARCHA-LENTA} (% vol)
jan/03	todos	13	3	0,3	6,0 ^A ou 4,5 ^B
	< 150	5,5	1,2	0,3	não especificado
Jan/05/06 ^C	>= 150	5,5	1	0,3	não especificado
	< 150	2	0,8	0,15	não especificado
jan/09	>= 150	2	0,3	0,15	não especificado

A - Para deslocamento volumétrico <= 250 centímetros cúbicos.

B - Para deslocamento volumétrico >250 centímetros cúbicos.

C - Para veículos derivados de três ou quatro rodas há limites específicos nesta fase, a saber: (CO = 7,0 g/km; HC = 1,5 g/km e NOx = 0,4 g/km).

Nota: Estes limites de emissões são estabelecidos para homologação de veículos. Não refletem os limites estabelecidos em programas de inspeção veicular.

DIAGNÓSTICO DE FALHA

1 Testes com Multímetro

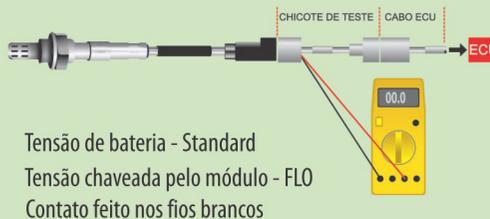
Teste do Heater com Multímetro

- Deverá apresentar valores de $2\Omega \sim 14\Omega$ dependendo da sonda.
- Realizar o teste à temperatura ambiente.



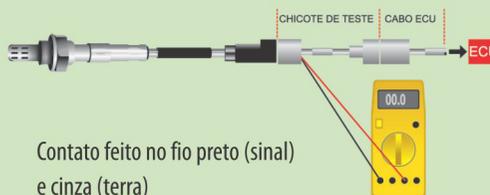
Teste de Alimentação do Heater com Multímetro

- Deverá ser maior ou igual a 10,5V para sensores do tipo Convencional (Standard)
- Testar durante 1 minuto, o sinal inicia com 12V e termina com 5V para sensores de aquecimento rápido tipo FLO, podendo variar conforme a calibração do sensor.



Teste do Sinal com Multímetro

- Em aceleração constante variação entre 0 e 1V.
- Durante uma aceleração rápida próximo de 1V.
- Em desaceleração próximo a 0V.



2 Inspeção Visual

A fiação e o conector devem ser checados quanto a danos. Qualquer problema neste sentido irá interferir no sinal do sensor. O corpo do sensor deve ser checado para verificar se há marcas. Estas podem indicar a ocorrência de choque mecânico, que pode quebrar ou trincar o elemento sensor.



Danos a borracha seladora (Grommet)



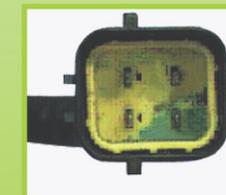
Ruptura de fio por torção



Conector solto puxado pelo fio



Uso de Ferramenta inadequada



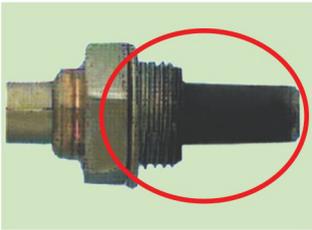
Oxidação no conector



Presença de óleo ou umidade

DIAGNÓSTICO DE FALHA

3 A aparência do tubo de proteção do sensor pode indicar possíveis problemas.



O excesso de fuligem pode obstruir o sensor e afetar o seu tempo de resposta. A mistura pode estar muito rica ou o aquecedor do sensor pode estar danificado. Em ambos os casos o sensor deve ser trocado.



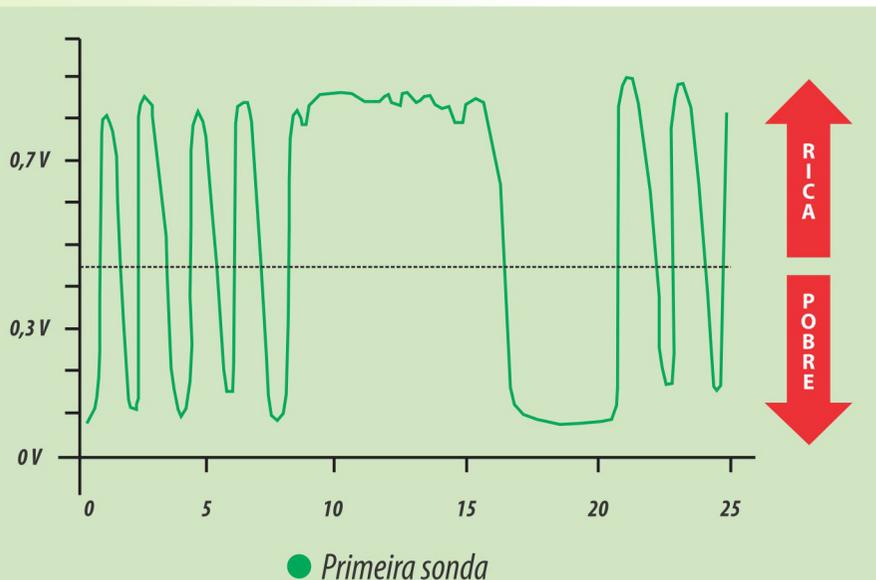
O acúmulo de sedimentos brancos ou cinzas indica que:

- aditivos de combustível estão sendo usados;
- o combustível utilizado pode estar alterado;
- que o motor está queimando óleo.

Alguns componentes dos aditivos e óleos podem contaminar o elemento sensor. A causa deve ser eliminada e o sensor trocado.

Não existe limpeza do elemento sensor, é preciso substituí-lo

4 Análise do sinal gerado pelo sensor de oxigênio

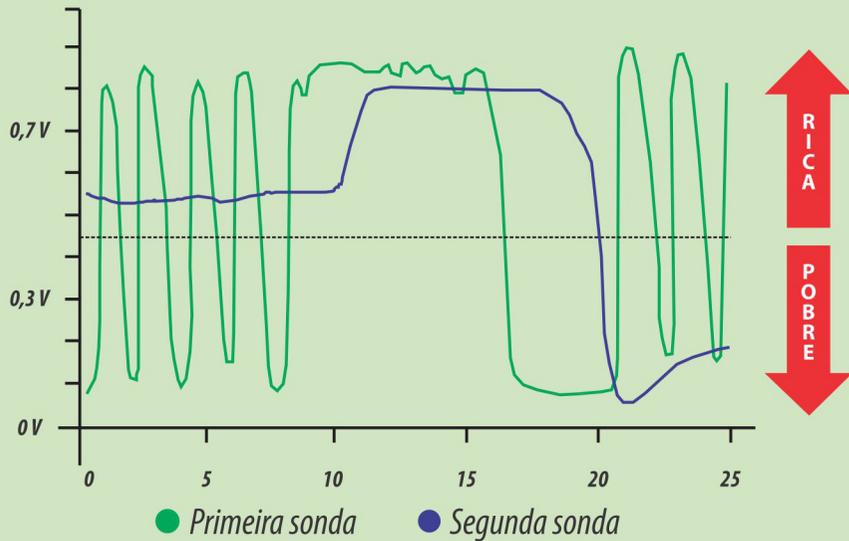


O sinal da sonda pré-catalisador varia de 0 a 1V. Quando temos uma aceleração, o sinal da primeira sonda tende a ficar próximo de 1V, demonstrado no primeiro patamar. Em desacelerações, o sinal tende a ficar próximo de 0V demonstrado pelo segundo patamar.

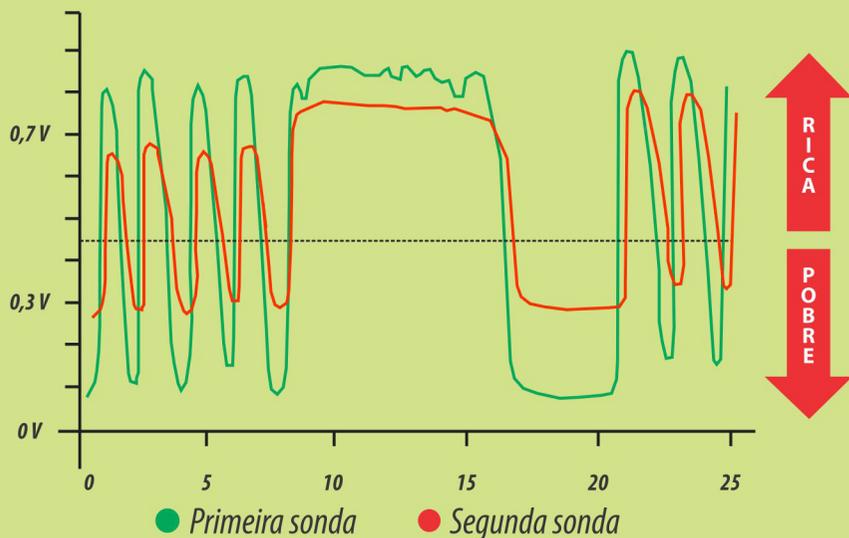
Em alguns sistemas o módulo de injeção utiliza esta informação para checar se a sonda está trabalhando de forma correta, podendo gerar código de avaria se o sinal esperado não é atingindo.

DIAGNÓSTICO DE FALHA

4 Análise do sinal gerado pelo sensor de oxigênio



O sinal da sonda pós-catalisador é um sinal mais estável. Representado pela linha azul, dependendo da calibração e das condições de testes, pode estar acima ou abaixo dos 0,5V. Quando a mistura ar/combustível tende a rica o sinal da segunda sonda também tende a rico, representado pelo primeiro patamar em azul. Quando a mistura tende a pobre, o sinal da segunda sonda também tende a pobre, representado pelo segundo patamar. Dependendo do sistema de injeção o módulo pode usar a informação dos patamares gerados pela primeira e segunda sonda para checar se o sistema está trabalhando de forma correta.



A oscilação do sinal da segunda sonda pode indicar problemas no catalisador. Os códigos DTC* gerados são associados a baixa eficiência catalítica. Neste caso, verifique o correto funcionamento do catalisador. Isto pode ser facilmente verificado através de uma análise de gases de escapamento.

*código de diagnóstico

Luz indicadora da injeção eletrônica acesa: pode haver problema com a sonda lambda, verifique o código DTC gerado

Procedimento para Teste dos Sensores de Oxigênio



TESTE COM MULTÍMETRO

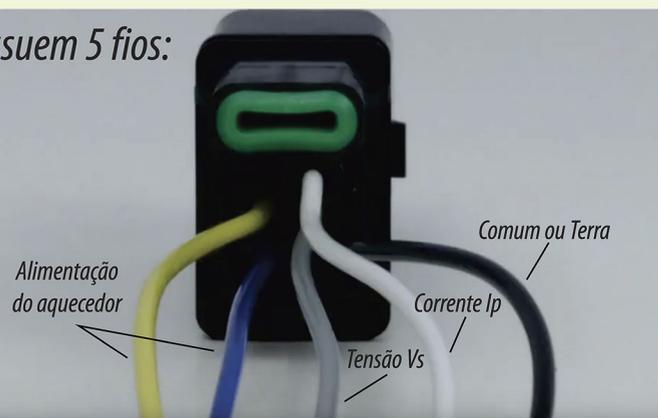
Sinal da Sonda	Resultado	Se não	Checkar
Procedimento <ol style="list-style-type: none"> 1. Com a chave desligada, desconectar a sonda 2. Conectar o multímetro entre o sinal + (fio preto) e o terra - (fio cinza) do sensor. (Obs: recomendamos utilizar um chicote de teste para esta operação). 3. Reconectar a sonda. 4. Rodar o motor por 2 minutos a 2000 rpm. 5. Realizar o teste com o motor aquecido. 	Resultado Tensão oscila entre 0V e 1V (motor em 2.000 ~ 2.500 RPM) Em aceleração: tensão tendendo a 1V. Em desaceleração: tensão tendendo a 0V.	Se não <ol style="list-style-type: none"> 1. Forçar a mistura para condição de rica e pobre. Verificar o sinal gerado 2. Sonda pode estar com defeito se a tensão não varia 3. Remover a sonda e verificar se há depósito de óleo ou outros resíduos 	Checkar <ol style="list-style-type: none"> 1. Sistema de escape (entrada de ar falsa). 2. Verificar contatos elétricos. 3. Consumo de óleo. 4. Desgaste dos anéis dos cilindros ou falta de assentamento das válvulas. 5. Sistema de alimentação de combustível 6. Combustível adulterado 7. Sistema de arrefecimento 8. Aterramento do coletor de escapamento e motor
Resistência de Aquecimento Procedimento <ol style="list-style-type: none"> 1. Com a chave desligada, desconectar a sonda 2. Conectar o multímetro nos terminais da resistência de aquecimento (fios brancos) 	Resultado A resistência do aquecedor deve estar entre 2Ω (ohms) e 14Ω a temperatura ambiente	Se não <ol style="list-style-type: none"> 1. A resistência do Heater (aquecedor) pode estar com defeito. A Sonda deve ser substituída. 	
Tensão de Alimentação Procedimento <ol style="list-style-type: none"> 1. Com a chave desligada, desconectar a sonda. 2. Conectar um chicote de teste entre a sonda e o chicote do veículo 3. Colocar o multímetro nos fios de alimentação. 4. Ligar o veículo. 	Resultado Tensão deverá ser maior ou igual a 10,5V para Sondas Convencionais (Standar). Testar durante 1 minuto o sinal, inicia com 12V e termina com 5V para Sondas de Aquecimento Rápido (FLO).	Se não <ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar o chicote, o fusível, o relé e o terra. 	

SENSORES LINEARES OU DE BANDA LARGA.



São sensores do tipo Thick film, que tem o formato pastilha cerâmica, sua tecnologia permite uma identificação precisa do λ (lambda) da mistura ar/combustível. São amplamente utilizados em veículos que requerem um controle mais preciso do motor e estão sendo amplamente utilizados nos motores turbo.

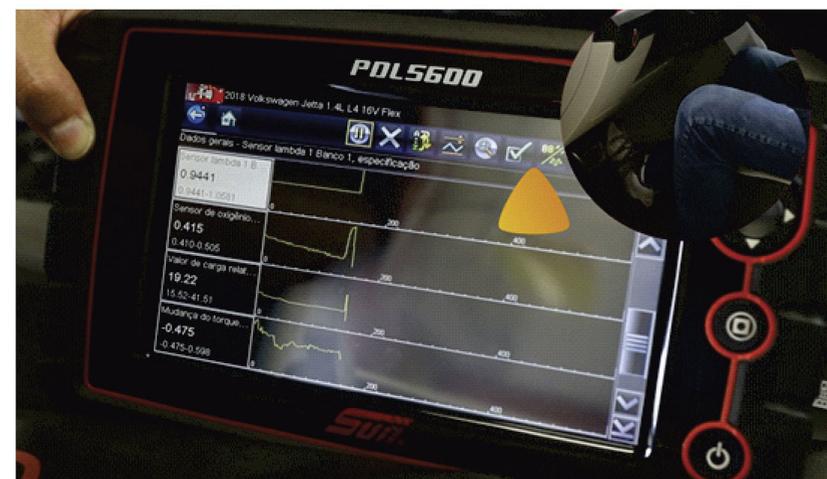
Possuem 5 fios:



A tensão Vs pode ser medida com osciloscópio. Só ocorre variação no sinal se houver uma aceleração do veículo.



Para medir o sinal é necessário o uso de um scanner automotivo.



Neste caso a variação do sinal só ocorre com um estímulo de aceleração. Consulte os materiais técnicos disponíveis no site da NGK do Brasil.