

CARTILHA: USO DO ARLA 32 E SISTEMA OBD NA FASE P8

AEA – Associação Brasileira de Engenharia Automotiva
Rua Salvador Correia, 80 – Aclimação, São Paulo/SP
www.aea.org.br

1. – Introdução ao sistema de controle de emissões P8

A preocupação com a poluição do ar nas cidades levou o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) a criar, em 1986, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve). Esse programa tem como objetivo reduzir a emissão de poluentes dos veículos novos, obrigando as montadoras a diminuir gradualmente essas emissões.

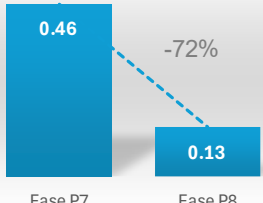
O Proconve classifica os veículos pelo Peso Bruto Total (PBT) e divide as fases em “L” para veículos leves e “P” para veículos pesados, seguindo cronogramas diferentes.

Desde a Fase 7 do Proconve, em 2012 para veículos pesados (P7), além dos testes tradicionais de emissões, foram introduzidos os primeiros requisitos para o sistema de diagnose de bordo (OBD). Com a Fase P8, que entrou em vigor no ano de 2022 para novos modelos e 2023 para todos os veículos, os ciclos de testes de emissões foram atualizados para representar melhor o uso real dos veículos, foi definido o limite máximo de número de partículas emitidas, assim como novos requisitos para o sistema OBD e que lhe conferem maior robustez. Outra grande evolução com a introdução da fase P8 foi a demanda de testes em condições reais de utilização dos veículos, ora denominada teste de PEMS (Portable Emissions Measurement System). Além disso, os motores homologados conforme requisitos da fase P8 precisam atender os requisitos de durabilidade de emissões de 700.000 km ou 7 anos.

A Tabela 1 apresenta a evolução dos limites de emissão ao longo das fases do Proconve para veículos pesados durante o ciclo estacionário de emissões. De forma análoga, a Tabela 2 apresenta a evolução das fases do Proconve para o ciclo transiente. Nos dois casos são observadas reduções bastante expressivas dos níveis de emissões, chegando em até 80% de redução de NOx e 50% nas emissões de material particulado.

Ciclo Estacionário de Emissões										
PROCONVE	EURO	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NOx [g/kWh]	MP [g/kWh]	NP [#kWh]	NH3 [ppm]	Norma (Conama)	Vigência	Teor de enxofre (S) [ppm]
Fase P1	-	14.00 ¹	3.50 ¹	18.00 ¹	-	-	-	Res. 18/85	1989 a 1993	-
Fase P2	Euro 0	11.20	2.45	14.40	0.60	-	-	Res. 08/93	1994 a 1995	3000 a 10000
Fase P3	Euro 1	4.90	1.23	9.00	0.40 ou 0.70 ²	-	-	Res. 08/93	1996 a 1999	3000 a 10000
Fase P4	Euro 2	4.00	1.10	7.00	0.15	-	-	Res. 08/93	2000 a 2005	3000 a 10000
Fase P3	Euro 3	2.10	0.66	5.00	0.10 ou 0.13 ³	-	-	Res. 315/02	2006 a 2008	500 a 2000
Fase P5 ⁴	Euro 4	1.50	0.46	3.50	0.02	-	-	Res. 315/02	2009 a 2012	50
Fase P7	Euro 5	1.50	0.46	2.00	0.02	-	-	Res. 403/08	2013 a 2022	10
Fase P8	Euro 6	1.50	0.13	0.40	0.01	8.0 x 10 ¹¹	10	Res. 490/18	a partir de 2023	10

HC [g/kWh]



Fase P7 Fase P8

NOx [g/kWh]



Fase P7 Fase P8

MP [g/kWh]



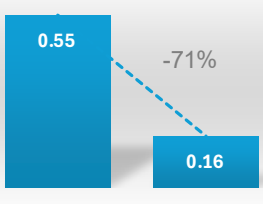
Fase P7 Fase P8

Tabela 1 - Limites das emissões no ciclo estacionário de teste ao longo das fases do Proconve para veículos pesados

1. Não foram exigidos legalmente.
2. 0,70 para motores até 85 kW e 0,40 para motores com mais de 85 kW.
3. Motores com cilindrada unitária inferior a 0,75 dm³ e rotação à potência nominal superior a 3.000 RPM.
4. Não entrou em vigor na data prevista.

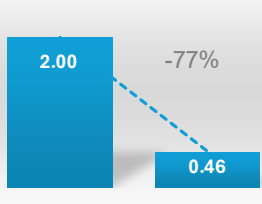
Ciclo Transiente de Emissões										
PROCONVE	EURO	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NOx [g/kWh]	MP [g/kWh]	NP [#kWh]	NH3 [ppm]	Norma (Conama)	Vigência	Teor de enxofre (S) [ppm]
Fase P7	Euro 5	4	0.55	2.00	0.03	-	-	Res. 403/08	2013 a 2022	10
Fase P8	Euro 6	4	0.16	0.46	0.01	6.0 x 10 ¹¹	10	Res. 490/18	a partir de 2023	10

HC [g/kWh]



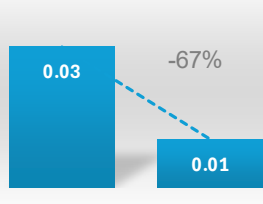
Fase P7 Fase P8

NOx [g/kWh]



Fase P7 Fase P8

MP [g/kWh]



Fase P7 Fase P8

Tabela 2 - Limites das emissões no ciclo transiente de teste ao longo das fases do Proconve para veículos pesados

Para atendimento destes novos limites que entraram em vigor a partir de 1º de janeiro de 2022, os motores sofreram evolução tecnológica. Além dos sistemas

AEA – Associação Brasileira de Engenharia Automotiva

Rua Salvador Correia, 80 – Aclimação, São Paulo/SP

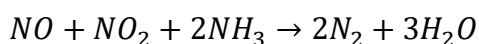
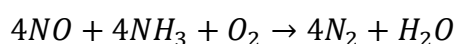
www.aea.org.br

comumente empregados nos motores da fase P7, como SCR (Selective Catalytic Reduction ou catalisador de redução seletiva), qual requer a utilização do Agente Redutor Líquido Automotivo (ARLA32) e sistema EGR (Exhaust Gas Recirculation ou recirculação de gases de escapamento), os novos motores são equipados com DPF (Diesel Particulate Filter ou filtro de material particulado) e DOC (Diesel Oxidation Catalyst ou catalisador de oxidação). A seguir os sistemas serão descritos, evidenciando suas principais características que contribuem no controle das emissões veiculares.

Sistema SCR

O SCR equipa motores que, em sua estratégia de combustão, priorizam a redução da formação do material particulado (MP) e a otimização do consumo de combustível. Esta estratégia ocasiona uma emissão com teores de NOx acima dos limites legais. Desta forma, o catalisador de redução seletiva (SCR) é uma maneira eficaz de reduzir as emissões de NOx dos motores a diesel.

O agente redutor líquido é injetado no escapamento antes do catalisador SCR. A solução aquosa sob alta temperatura passa por uma reação química, produzindo amônia e dióxido de carbono. A amônia resultante é então liberada no fluxo de gases do escapamento que, quando em contato com o catalisador, que geralmente é feito de vanádio ou zeólita, promove a redução de NOx em nitrogênio elementar, conforme exemplos de reações do SCR descritas abaixo.



Sistema EGR

Os sistemas de EGR reduzem a formação de NOx (óxidos de nitrogênio) entre 25% e 40%, por meio da reintrodução de parte dos gases da exaustão do motor na câmara de combustão. No entanto, tal estratégia faz com que os índices de MP se elevem acima do tolerado. Para reduzir o MP, os gases de escapamento

passam pelo filtro de partículas de motores diesel (DPF) e são então filtrados antes de serem lançados à atmosfera.

Sistema DPF

O sistema DPF tem como objetivo capturar e tratar o material particulado (MP) emitido pelos motores a diesel, que são nocivos para a saúde e para o meio ambiente. Os DPFs são geralmente produzidos em material cerâmico, em formato de colmeia, com canais abertos em uma extremidade e fechados na outra, forçando os gases de escape a passar através das paredes porosas dos canais, onde o material particulado é retido. Com a utilização do veículo, os poros do DPF podem ficar entupidos, o que reduz a eficiência do filtro e pode impactar o desempenho do motor e até mesmo a perda do filtro.

Para garantir a vida útil do componente, sensores de temperatura e pressão são utilizados para monitorar o nível de carregamento de partículas do DPF. Uma vez atingido o limite máximo de carregamento do filtro, a regeneração deve ocorrer.

Sistema DOC

Os Catalisadores de Oxidação Diesel (DOC) são dispositivos usados em motores a diesel para reduzir a emissão de Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarbonetos (HC) e Material Particulado (PM), tendo como produto CO₂ e H₂O. Eles são simples, baratos, não precisam de manutenção e podem ser usados em qualquer tipo de motor a diesel. Outra função do DOC é oxidar monóxido de nitrogênio (NO) em dióxido de nitrogênio (NO₂), podendo assim contribuir na velocidade das reações químicas do SCR, assim como na regeneração do filtro de material particulado (DPF).

2. Óleo Diesel

Para que a fase P7 ocorresse, foi necessária uma melhora significativa da qualidade dos combustíveis diesel. Principalmente a redução do teor de enxofre

AEA – Associação Brasileira de Engenharia Automotiva

Rua Salvador Correia, 80 – Aclimação, São Paulo/SP

www.aea.org.br

foi necessária para viabilizar a aplicação das tecnologias de pós-tratamento e garantir a sua durabilidade. As tecnologias aplicadas nos sistemas de controle de emissões dos veículos a diesel são sensíveis à presença de elevado teor de enxofre no combustível.

O enxofre prejudica o funcionamento do DOC ao "envenenar" o catalisador, reduzindo sua capacidade de oxidação de CO e HC. Esse efeito diminui a eficiência do DOC em reduzir esses poluentes. No filtro de partículas o enxofre pode causar acúmulo de sulfato, elevando a quantidade de material particulado no escapamento e exigindo mais regenerações do filtro, o que reduz sua durabilidade. Já no SCR, o enxofre pode interferir nas reações de redução dos NO_x, afetando a eficiência do sistema e, em casos graves, até degradando o catalisador.

O uso do diesel S-10 provoca menos emissões de poluentes, como material particulado e óxidos de nitrogênio, além de possuir outras propriedades que melhoram a partida a frio do veículo, diminuir a formação de depósitos na câmara de combustão e reduzir a contaminação do lubrificante. Entretanto, em território nacional é possível encontrar óleo diesel com diferentes concentrações de enxofre.

A resolução ANP 968/2024 define as especificações físico-químicas do óleo diesel para utilização em veículos ou equipamentos. O diesel é classificado em 3 categorias, a saber A, B e C, sendo:

A - Combustível constituído por hidrocarbonetos, produzido a partir de derivados de petróleo ou outras matérias-primas não renováveis, destinado a veículos ou equipamentos dotados de motores do ciclo Diesel. Nesta classificação há uma subcategoria em função do teor de enxofre, sendo S10 e S500 as concentrações máximas de 10ppm e 500ppm de enxofre no combustível, respectivamente;

B - Óleo diesel A, C ou suas misturas, adicionado de biodiesel nos termos estabelecidos pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE);

C - Combustível obtido a partir de processos, tal como o coprocessamento, que envolvam a utilização de matérias-primas renováveis e não renováveis concomitantemente.

A Tabela 3 apresenta as características da Resolução ANP (RANP) 968/2024.

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE				MÉTODO (1)	
		A e C (2)		B		ABNT NBR	ASTM/EN
		S10	S500	S10	S500		
Aspecto	-	Homogêneo, límpido e isento de material				14954	D4176
Cor	-	-3	(3)(4)	-3	Vermelho	14954	-
Cor ASTM (5)	-	3,0		3,0	-	14483	D1500 D6045
Teor de biodiesel	% volume	-6		-7		15568	D7371 EN 14078 (8)
Massa Específica a 20°C	kg/m3	815,0 a 850,0	815,0 a 865,0	-9		714 814 065	D1298 D4052
Enxofre total, máx.	mg/kg	10	500	10	500	14533 (10)	D2622 D5453 (11) D7220 D7212 (10) D4294 (12) D7039
Ponto de fulgor, mín.	°C	38,0				797 414 598	D56 D93 D3828 D7094
Viscosidade a 40°C	mm²/s	2,0 a 4,5				10441	D445 (13) D7042 D7279 D7945
Destilação							
85% vol, recuperados, máx.	°C	-	360,0	-	370,0	9619	D86 D7345 (14)
95% vol, recuperados, máx.		370,0	-	370,0	-		
Ponto de entupimento de filtro a frio, máx.	°C	-15				14747	D6371 EN 116
Estabilidade à oxidação, máx.	mg/100mL	2,5		-		-	D2274 D5304
Número de cetano, mín. (16) (17)	-	48	42	48	42	-	D613 (18) D6890 (19) D7668 (19) D8183 (19) EN 5165 EN 15195 EN 16715 EN 17155
Resíduo de carbono Ramsbottom no resíduo dos 10% finais da destilação, máx.	% massa	0,25				14318	D524
Cinzas, máx.	% massa	0,010				9842	D482
Corrosividade ao cobre, 3h a 50°C, máx.	-	1				14359	D130
Índice de acidez, máx.	mgKOH/g	0,25	Anotar	0,30	Anotar	14248	D664 D974 (20)
Teor de água, máx.	mg/kg	200		250		-	D6304 EN ISO12937
Contaminação Total, máx.	mg/kg	24				-	EN 12662
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, máx.	% massa	8,0	-	-		-	D5186 D6591 EN 12916
Lubricidade, máx. (21)	µm	460				-	ISO 12156-1 D6079 (22) D7688
Condutividade elétrica, mín. (23)	pS/m	25				-	D2624 D4308

Tabela 3 - Especificação Diesel comercial conforme RANP 968/2024.

AEA – Associação Brasileira de Engenharia Automotiva

Rua Salvador Correia, 80 – Aclimação, São Paulo/SP

www.aea.org.br

Notas:

(5) Limite requerido antes da adição do corante.

(16) Para o óleo diesel A, fica permitida a determinação do índice de cetano calculado pelo método ASTM D4737, alternativamente ao número de cetano, desde que o produto não contenha aditivo melhorador de cetano e o resultado seja mínimo de 45.

(17) Quando for utilizado aditivo melhorador de cetano, deve ser informado no certificado da qualidade.

(21) Observar o disposto no art. 18.

(23) A condutividade elétrica deverá ser determinada em amostra composta constituída da mistura de aditivo antiestático, quando couber, e do produto a ser comercializado, óleo diesel A S10, óleo diesel C S10, óleo diesel A S500 ou óleo diesel B (S10 e S500), sendo os óleos diesel A S500 e B S500 adicionados de corante.

Entretando, no processo de certificação dos motores pesados é utilizado um combustível de referência específico para tal processo, este definido pela RANP 864/2021. Para certificações conforme a fase P8, a Tabela 4 apresenta as características físico-químicas do combustível.

Característica		Unidade	Limites		Métodos
			Mínimo	Máximo	
Aspecto		-	-1		NBR 14954; ASTM D4176
Cor ASTM		-	-	3	NBR 14483; ASTM D1500
Massa específica a 20°C (11)		kg/m³	829,0	834,0	NBR 7148; NBR 14065; ASTM D1298;
Teor de enxofre		mg/kg	-	10	ASTM D5453; ISO 20846; ISO 20884;
Destilação	50% recuperados (T50%)	°C	245	-	NBR 9619; ASTM D86; ISO 3405
	95% recuperados (T95%)	°C	345	360	
	Ponto final de ebulição (PFE)	°C	-	370	
Ponto de fulgor		°C	55	-	NBR 14598; ASTM D93; ISO 2719
Viscosidade cinemática a 40°C		mm²/s	2,3	3,3	NBR 10441; ASTM D445; ASTM
Número de cetano		-	52	56	ASTM D613; ISO 5165
Ponto de entupimento de filtro a frio		°C	-	5	NBR 14747; ASTM D6371; EN 116
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA)		% massa	-	4	EN 12916
Resíduo de carbono Conradson (10% no		% massa	-	0,2	NBR 15586; ISO 10370; ISO 6615;
Teor de cinzas		% massa	-	0,01	NBR 9842; ASTM D482; ISO 6245
Corrosividade ao cobre à 3h e 50°C		-	1		NBR 14359; ASTM D130; ISO 2160
Teor de água		mg/kg	-	200	NBR 11348; ASTM D6304; ISO 12937
Número de acidez		mg KOH/g	-	0,10	NBR 14248; ASTM D664; ASTM D974
Estabilidade à oxidação (12)		mg/100 mL	-	2,5	ASTM D2274; ASTM D5304; ISO
Estabilidade à oxidação a 110 °C		h	20,0	-	EN 15751
Lubricidade (13)		µm	-	400	ISO 12156-1; ASTM D6079; ASTM
Contaminação Total		mg/kg	-	24	EN 12662
Teor de biodiesel		% volume	6,0	7,0	NBR 15568; EN 14078
Carbono aromático (14)		% volume	-	25,0	ASTM D3238

Tabela 4 - Especificação Diesel de Certificação conforme RANP 864/2021.

Notas:

(11) Alternativamente, o ensaio de massa específica pode ser realizado a 15°C, considerando-se os limites, mínimo e máximo, de 833,0kg/m³ e 837,0kg/m³, respectivamente.

(12) Para a comprovação da conformidade do produto, a estabilidade à oxidação deve ser determinada para o óleo diesel de referência antes da adição de biodiesel.

(13) Diâmetro da marca de desgaste após o teste HFRR na temperatura de 60°C. Em caso de dúvida ou de não concordância entre as partes, a ASTM D6079 ou o Método A da ISO 12156-1 deverão ser utilizados como métodos de referência.

AEA – Associação Brasileira de Engenharia Automotiva

Rua Salvador Correia, 80 – Aclimação, São Paulo/SP

www.aea.org.br

(14) Requerido apenas quando o óleo diesel de referência for utilizado para homologação de máquinas agrícolas e rodoviárias novas, em atendimento da fase MAR-I do PROCONVE.

3. –ARLA32

ARLA 32 (conhecido como AdBlue na Europa e DEF nos Estados Unidos) é a abreviação para Agente Redutor Líquido Automotivo, usado para o controle da emissão de óxidos de nitrogênio (NOx) no gás de escapamento dos veículos e motores diesel equipados com os sistemas de Redução Catalítica Seletiva (SCR – Selective Catalytic Reduction).

O ARLA 32 é uma solução composta por ureia técnica de alta pureza (32,5%) dissolvida em água desmineralizada (67,5%). É um produto não explosivo ou danoso ao meio ambiente e não é classificado como perigoso para o transporte nos diferentes modais. Contudo, pode provocar irritação à pele e irritação ocular grave, e seu manuseio deve ser realizado conforme instruções descritas em sua FDS (Ficha de Dados de Segurança).

O produto não é classificado como combustível, nem como aditivo de combustível. O produto pode ser encontrado em postos de combustível, em concessionárias de veículos pesados e de motores diesel e em oficinas especializadas. Este reagente é comercializado obrigatoriamente em embalagens padronizadas de 10, 20, 200 ou 1000 litros ou ainda a granel, sempre mencionando a sua conformidade com a norma NBR/ISO 22.241 e certificação do Inmetro conforme portaria 139 de 21 de Março de 2011. O armazenamento do produto deve ser realizado em recipientes apropriados e limpos, e a exposição direta a luz solar deve ser evitada.

O uso correto do ARLA 32 é essencial para que o motor opere de forma eficiente e dentro das normas ambientais. O abastecimento com produtos de procedência garantida evita danos ao sistema de emissão e garante a durabilidade do motor. O ARLA 32 não é um aditivo do óleo diesel e, portanto, não deve ser misturado com o combustível. Da mesma forma, não se deve abastecer o tanque de ARLA 32 com óleo diesel, pois isso irá ocasionar aumento de emissões e danos

AEA – Associação Brasileira de Engenharia Automotiva
Rua Salvador Correia, 80 – Aclimação, São Paulo/SP
www.aea.org.br

irreparáveis ao sistema SCR.

A Tabela 5 apresenta as características físico-químicas do ARLA32 conforme ABNT NBR 22241.

Características	Unidade	Limites (mín. – máx.)	Métodos de Ensaio
Concentração de ureia ^a	% (fração mássica)	31,8 – 33,2	ABNT NBR ISO 22241-2:2024, Anexo B ^b
Índice de refração (nD20)	–	1,3814 – 1,3843	ABNT NBR ISO 22241-2:2024, Anexo C
Alcalinidade como NH ₃ ^d	% (fração mássica)	– 0,2	ABNT NBR ISO 22241-2:2024, Anexo D
Biureto	% (fração mássica)	– 0,3	ABNT NBR ISO 22241-2:2024, Anexo E
Aldeídos	mg/kg	– 5	ABNT NBR ISO 22241-2:2024, Anexo F
Insolúveis	mg/kg	– 20	ABNT NBR ISO 22241-2:2024, Anexo G
Fosfato (PO ₄)	mg/kg	– 0,5	ABNT NBR ISO 22241-2:2024, Anexo H
Alumínio	mg/kg	– 0,5	ABNT NBR ISO 22241-2:2024, Anexo I ^c
Cálcio	mg/kg	– 0,5	
Cromo	mg/kg	– 0,2	
Cobre	mg/kg	– 0,2	
Ferro	mg/kg	– 0,5	
Potássio	mg/kg	– 0,5	
Magnésio	mg/kg	– 0,5	
Sódio	mg/kg	– 0,5	
Níquel	mg/kg	– 0,2	
Zinco	mg/kg	– 0,2	

Tabela 5 - Características da Qualidade do ARLA 32

Notas:

^a Valor-alvo de 32,5 % (fração mássica).

^b Método de análise de referência.

^c Comparada diretamente com os valores máximo e mínimo da fração mássica de ureia.

^d Calculado sem a subtração do nitrogênio da amônia.

ARLA32 de baixa qualidade

O uso de ARLA32 em desconformidade com a NBR ISO 22.241 pode desencadear uma série de implicações ao veículo, tais como:

- Formação de cristais e obstruções no catalisador;

AEA – Associação Brasileira de Engenharia Automotiva

Rua Salvador Correia, 80 – Aclimação, São Paulo/SP

www.aea.org.br

- Corrosão de componentes metálicos;
- Aumento das emissões de NOx;
- Falha do sistema de pós-tratamento;
- Luz de advertência no painel e perda de potência do motor.

Esses problemas podem resultar em paradas inesperadas, custos elevados com manutenção e multas por descumprimento das normas de emissões veiculares. A Figura 1 apresenta exemplos dos impactos no sistema de pós-tratamento dos gases advindos do uso de Arla32 em desconformidade com os requisitos de qualidade dispostos na norma de referência.

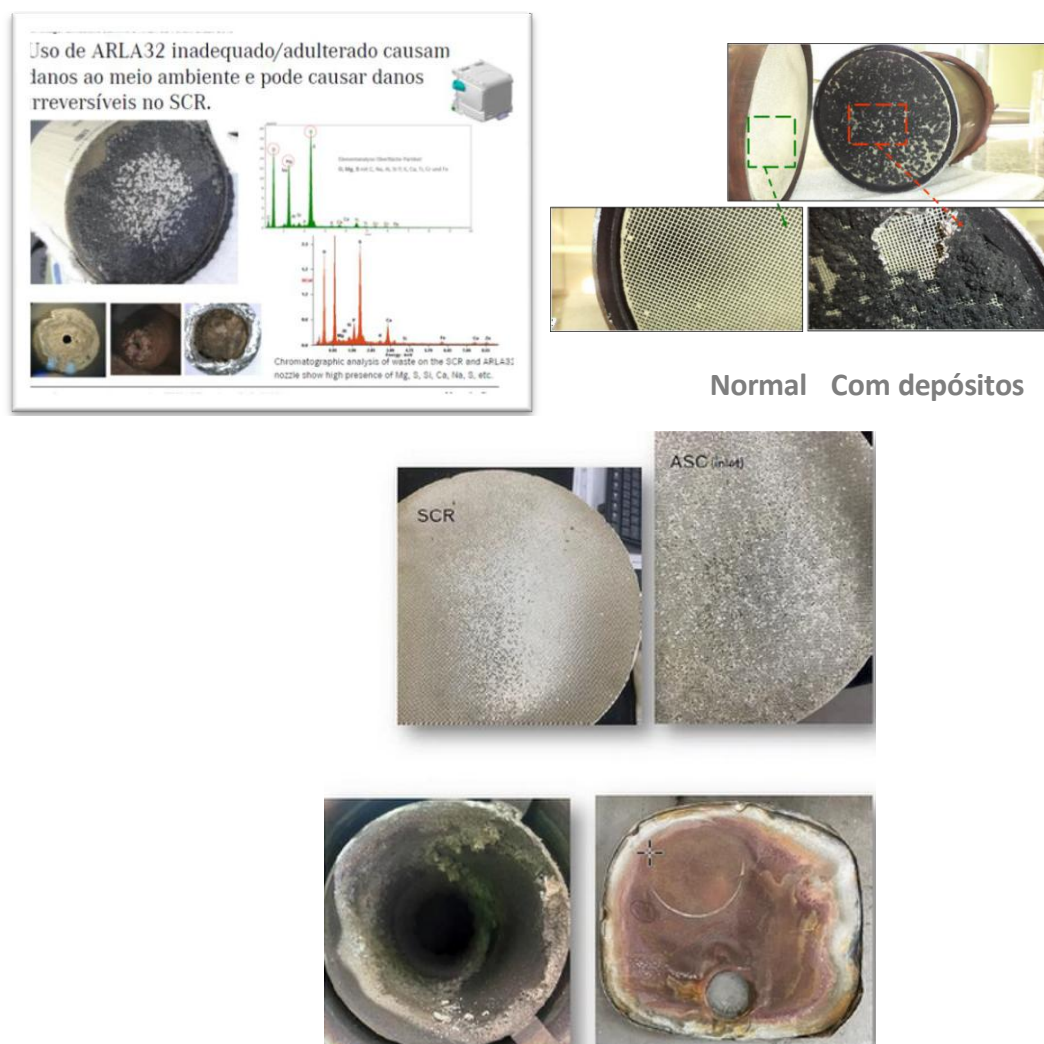


Figura 1 - Danos causados aos injetores de ARLA32 e catalisador SCR pelo uso de produto não conforme/homologado

AEA – Associação Brasileira de Engenharia Automotiva
 Rua Salvador Correia, 80 – Aclimação, São Paulo/SP
www.aea.org.br

Diferentes alterações são realizadas no produto, contudo as principais são:

- Utilização de ureia agrícola, pecuária ou industrial no lugar de ureia técnica de alta pureza;
- Baixa concentração de ureia na solução;
- Não utilização de água pura e desmineralizada;

Tipo de Ureia	Pureza (%)	Aplicação Principal	Forma Física	Características Principais
Ureia Automotiva (ARLA 32)	≥ 99,5	Redução catalítica (SCR)	Solução (32,5%)	Grau automotivo, livre de metais pesados e biureto; utilizada com água desmineralizada.
Ureia Técnica	98 – 99,5	Indústria química, resinas, etc.	Grânulos ou pérolas	Pode conter impurezas como biureto, metais; não recomendada para fins automotivos.
Ureia Fertilizante (Agrícola)	46% N (≈96% ureia)	Agricultura (nitrogênio)	Granulada ou Prill	Contém biureto, insolúveis, metais; inadequada para uso em ARLA 32.
Ureia Feed Grade (Pecuária)	≥ 98	Nutrição animal	Pó ou granulado	Controlada para níveis de biureto e metais pesados; segura para uso em ração.
Ureia Farmacêutica	≥ 99,5	Cosméticos e medicamentos	Pó	Alta pureza, controle microbiológico rigoroso; usada em pomadas, cremes e loções.
Ureia Analítica / Reagente	≥ 99,9	Laboratórios e análises químicas	Pó	Grau extremamente puro, usada em análises laboratoriais sensíveis.

Tabela 6 - Classificações da Ureia

A Tabela 6 apresenta as diferentes classificações de ureia disponíveis no mercado. O ARLA 32 produzido com ureia destinada à agricultura, pecuária ou uso industrial contém biureto, formaldeído, enxofre, cloretos, nitratos e outros aditivos, que servem para melhorar o uso na lavoura ou na indústria, mas que podem entupir e até danificar o sistema SCR. Por isso, é essencial usar ureia de alta pureza,

AEA – Associação Brasileira de Engenharia Automotiva
Rua Salvador Correia, 80 – Aclimação, São Paulo/SP
www.aea.org.br

específica para uso automotivo (conforme a norma ISO 22.241), na produção de ARLA 32, garantindo a conformidade com os requisitos de emissões e a longevidade do sistema SCR.

Além disso, a água usada na produção do ARLA 32 também precisa ser extremamente pura. Se for usada água comum (como a da torneira, de poço ou até mineral), ela pode conter sais minerais e metais como cálcio, magnésio, ferro e sódio, que também causam problemas sérios no sistema de injeção do ARLA 32 e no catalisador. Essas impurezas podem criar depósitos e crostas difíceis de remover, além de provocar aumento das emissões, redução do desempenho do motor e a necessidade de trocas caras de peças do sistema.

Verificação da qualidade da água

Uma das formas de se identificar a utilização correta da água desmineralizada na produção do ARLA 32 é através do teste do reagente Negro de Eriocromo T.

Para verificar se o ARLA 32 foi produzido com água que atenda as especificações estabelecidas em norma, é possível usar o Reagente Negro de Eriocromo T. Este reagente é sensível a íons metálicos como Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} e Pb^{2+} . A água usada para abastecimento público ou fontes naturais no Brasil tem concentrações de Ca^{2+} e Mg^{2+} na ordem de 20 a 50 ppm, o que é suficiente para sua detecção. O teste é simples e rápido de ser realizado, basta pingar uma gota do reagente em aproximadamente 100 ml do ARLA 32 a ser testado. A reação é imediata e caso tenha uma coloração azul o produto atende as normas vigentes, mas se apresentar qualquer outra coloração com aspecto avermelhado, sugere que a água utilizada na preparação do ARLA 32 não é suficientemente pura, podendo conter minerais como cálcio e magnésio, evidenciando assim a fraude. A Figura 2 apresenta um exemplo de escala colorimétrica de referência para verificação da qualidade da água utilizada na formulação do ARLA 32 através do teste de Negro de Eriocromo T.



Figura 2 – Exemplo de escala colorimétrica qual pode ser aplicada para aferição do ARLA32

O uso de ARLA32 que não atende às especificações da NBR ISO 22.241-1 causará depósitos indevidos nos catalisadores SCR, aumentando a pressão de retorno do escapamento, aumentando o consumo de combustível, perda de desempenho, aumento das emissões de NOx, aumento das emissões de material particulado e do número de partículas, parada do veículo e necessidade de troca do catalisador.

Avaliação do ARLA32 com Refratômetro Digital

Refratômetro é um instrumento ótico utilizado para medir o índice de refração de uma dada substância, em outras palavras, pode ser compreendido como uma medida do desvio da luz ao passar pelo meio. A Figura 3 apresenta um exemplo de refratômetro utilizado na verificação de concentração de ureia no ARLA 32. No caso da ARLA 32, onde a concentração de ureia conforme definido pela NBR 22.241 é de 31,8% a 33,2%, o índice de refração a 20°C é de 1,3814 a 1,3843. A utilização do equipamento é simples, porém requer alguns pontos de atenção, como a calibração regular do equipamento, para assegurar sua qualidade de medição. Além disso, é importante a correta especificação do equipamento visando assegurar a correção da leitura em função da temperatura.



Figura 3 - Exemplo de refratômetro

Desta forma, através da utilização do refratômetro é possível verificar a concentração de ureia no ARLA 32 para identificar eventuais burlas do sistema, como a diluição em água.

4. O sistema OBD

O sistema OBD (On-Board Diagnostics) é responsável pelo monitoramento contínuo dos componentes que afetam as emissões veiculares, bem como dos dispositivos encarregados de supervisionar esses sistemas. Os veículos equipados com o sistema OBD fazem uma auto diagnose de seus componentes e disponibilizam suas informações via conector de diagnose padronizado. Estas informações seguem os requisitos do Proconve P8 e podem ser utilizadas para a fiscalização do correto funcionamento do sistema.

A fase P8 do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE) no Brasil estabelece normas mais rigorosas para as emissões de veículos a diesel, como:

Monitoramento Avançado de Emissões: O sistema OBD deve ser capaz de monitorar e relatar falhas em componentes críticos de controle de emissões, como

AEA – Associação Brasileira de Engenharia Automotiva

Rua Salvador Correia, 80 – Aclimação, São Paulo/SP

www.aea.org.br

o sistema de recirculação de gases de escape (EGR) e o sistema de redução catalítica seletiva (SCR).

Regeneração do Filtro de Partículas: O OBD deve gerenciar e monitorar o processo de regeneração do filtro de partículas diesel (DPF), garantindo que ele funcione eficientemente para reduzir as emissões de material particulado.

Deteção de Uso de ARLA 32: O sistema deve ser capaz de detectar e relatar problemas no uso do ARLA 32, que é essencial para o funcionamento do sistema SCR.

Conformidade com Normas Internacionais: O OBD deve estar em conformidade com normas internacionais de diagnóstico a bordo, como o padrão OBD-II, garantindo a interoperabilidade e a eficácia no controle de emissões.

Essas características ajudam a garantir que os veículos a diesel atendam aos rigorosos padrões de emissões da fase P8 do PROCONVE, contribuindo para a redução da poluição do ar e a melhoria da qualidade ambiental.

Devido à complexidade do sistema de monitoramento dos veículos P8 e sua maior abrangência, as falhas são classificadas conforme seu impacto nas emissões. Além dos limites regulamentares de emissões, o sistema de diagnose trabalha com limites específicos de OBD para NOx e material particulado. Tais limites são apresentados da Tabela 7.

	NOx [g/kWh]	MP [g/kWh]
Limite Legal _(WHTC)	0,46	0,010
Limite OBD	1,20	0,025

Tabela 7 - Limites legais e de OBD

A Figura 4 apresenta as diferentes classificações de falhas e seus respectivos impactos nas emissões de específicas de NOx.

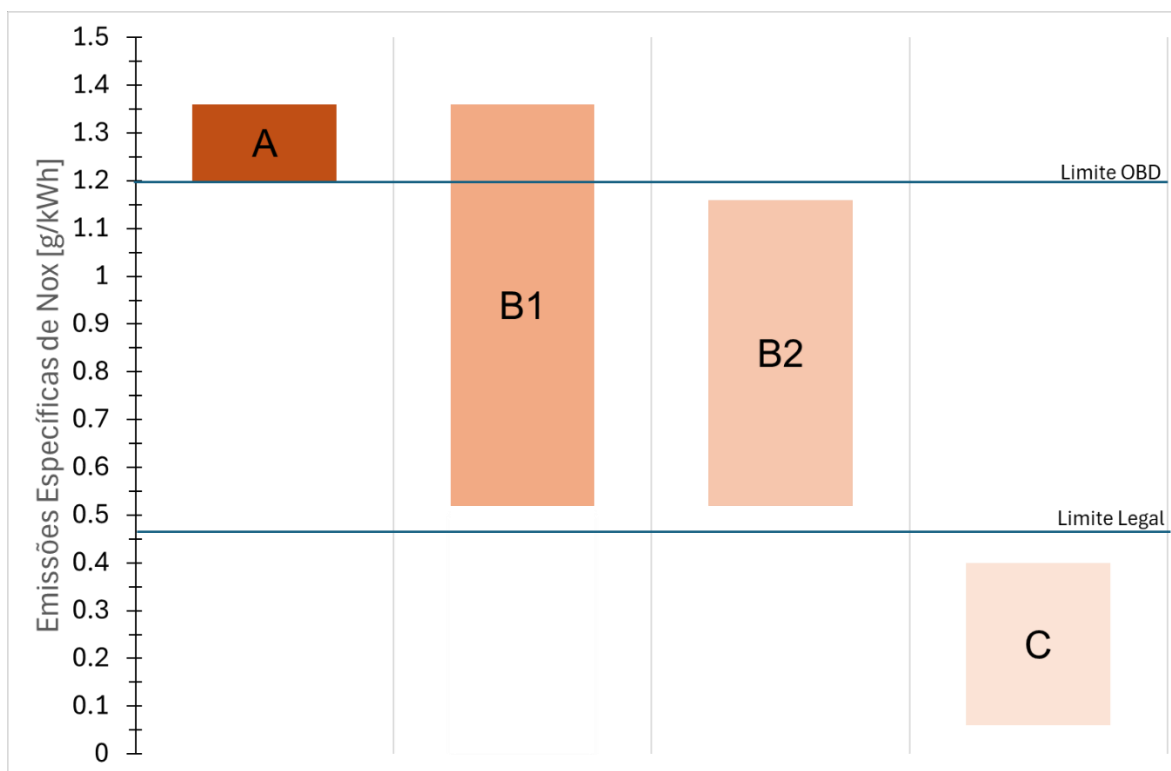


Figura 4 - Classificação de falhas do sistema OBD

- Falhas classe C: são as falhas que quando presentes impactam as emissões do veículo, porém de maneira mais branda, sem que os limites legais de emissões sejam excedidos.
- Falhas classe B2: quando presentes no veículo, indicam que há impacto nas emissões, porém em menor severidade, sem que os limites de OBD sejam superados.
- Falhas classe B1: sinalizam a existência de problemas pelas quais sua real influência nas emissões não pode ser estimada, podendo ou não exceder os limites de OBD.
- Falhas classe A: a classificação das falhas mais graves do sistema, sendo que neste caso é assumido que os limites de OBD sejam excedidos.

Todos os códigos de falha afetam as emissões do veículo e, por consequência pertencem ao sistema OBD, acionam uma Lâmpada Indicadora de

Mau funcionamento “LIM” no painel do veículo de forma a orientar o motorista que sobre a necessidade de reparos. Seguindo os requisitos da Fase P8, com a chave na posição de ignição ligada e motor desligado, a LIM realiza uma sequência de acionamento para indicar seu correto funcionamento e o estado do sistema OBD, conforme esquemático da Figura 5.

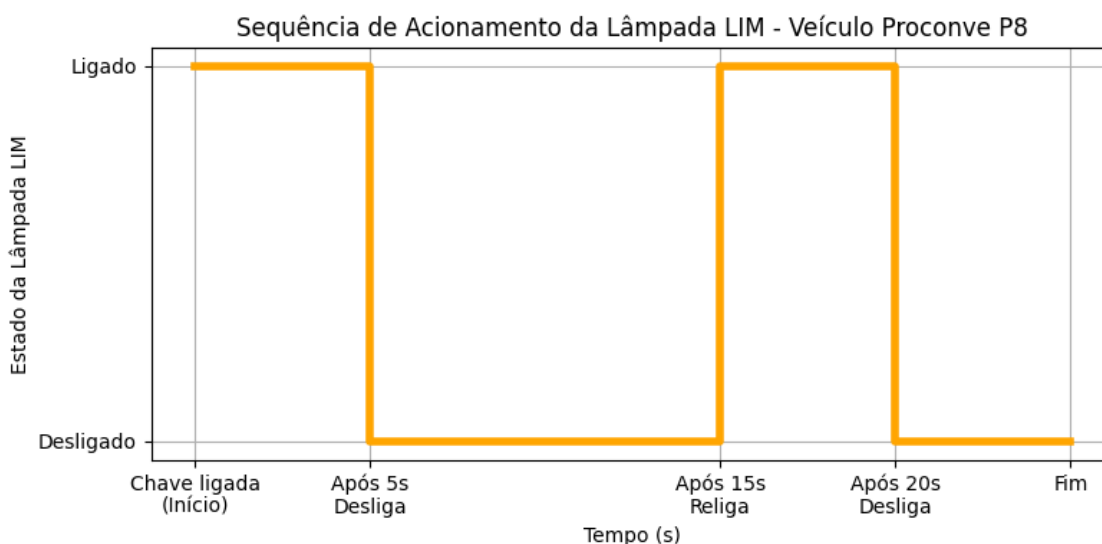


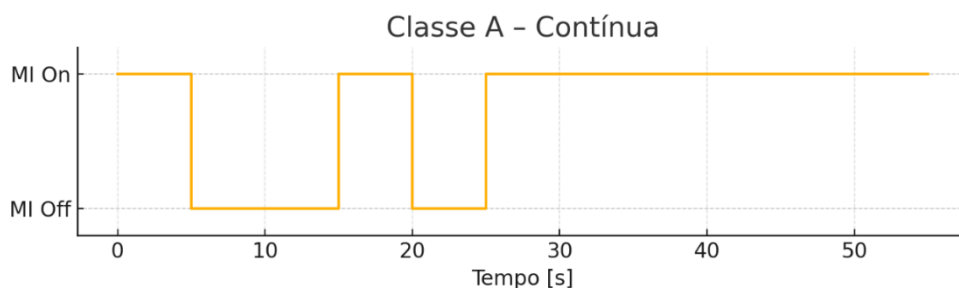
Figura 5 - Sequência de acionamento LIM

Após o acionamento da chave do veículo e com o motor desligado, a lâmpada LIM deve ficar acesa por um período de 5 segundos para indicar que esta funcional. Na sequência, ela deve permanecer desligada por 10 segundos, sendo este um separador padronizado de eventos. No intervalo entre 15 e 20 segundos após o acionamento da chave, ou seja, imediatamente após o separador onde a lâmpada deve permanecer desligada, a lâmpada indicará o estado de prontidão dos monitores do sistema OBD, sendo que seu acionamento contínuo indica que o estado de prontidão está concluído e que os monitores do sistema estão funcionais, conforme exemplificado na Figura 5 - Sequência de acionamento LIM. Caso o estado de prontidão não estiver concluído para um ou mais monitores do sistema OBD, a lâmpada deve piscar uma vez por segundo neste intervalo de 5 segundos. O estado de prontidão somente pode ser definido como completo, caso os grupos de monitores relevantes para esta função tenham executado a

rotina de diagnose e identificado a presença ou não de falhas no veículo, desde a última solicitação de apagamento de falhas do sistema OBD. Caso um ou mais grupos de monitores não tenham realizado a rotina de diagnose, o estado de prontidão deve ser reportado como não concluído, indicando assim potencial problema no sistema OBD do veículo, ou recente solicitação de apagamento das falhas. Após a indicação do estado de prontidão, a LIM deve permanecer desligada por 5 segundos e após este período será acionada seguindo os padrões abaixo descritos, indicando a presença ou não de falhas, até que o motor entre em funcionamento.

- Sem presença de falhas: ainda que o sistema de OBD não tenha identificado a presença de falhas no veículo, a LIM piscará 1 vez a cada 6 segundos.
- Falhas de classe C: após a sequência inicial de acionamento da lâmpada e com o motor desligado, a LIM deve piscar por 2 vezes a cada segundo e permanecer desligada por 5 segundos, de maneira cíclica, até o acionamento do motor.
- Falhas de classe B1 e B2: quando presentes a LIM piscará por 3 vezes por segundo e permanecerá desligada por 5 segundos.
- Falhas de classe A: para demonstrar que uma falha de maior severidade está presente, a LIM permanecerá acesa continuamente.

A Figura 6 apresenta o esquemático de acionamento da LIM conforme a classificação das falhas do sistema de OBD.



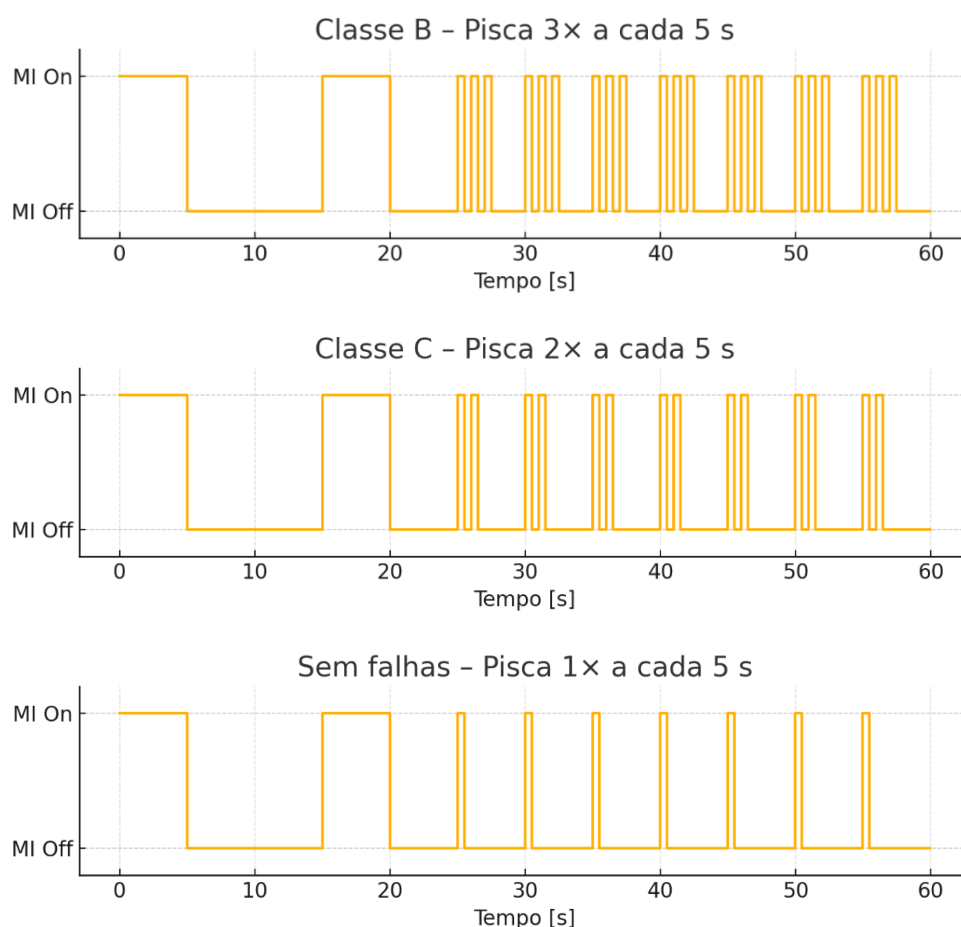


Figura 6 - Esquemático de acionamento da LIM, com o motor desligado e chave acionada, conforme classificação da falha

Uma vez o motor do veículo estando em funcionamento, somente duas classes de falhas acionarão a LIM. Para falhas de classe A, a LIM deverá permanecer acesa de forma contínua e falhas de classe B farão com que a LIM permaneça acesa por 15 segundos após a partida do motor, e após este período ficará desligada, conforme esquemático da Figura 7.

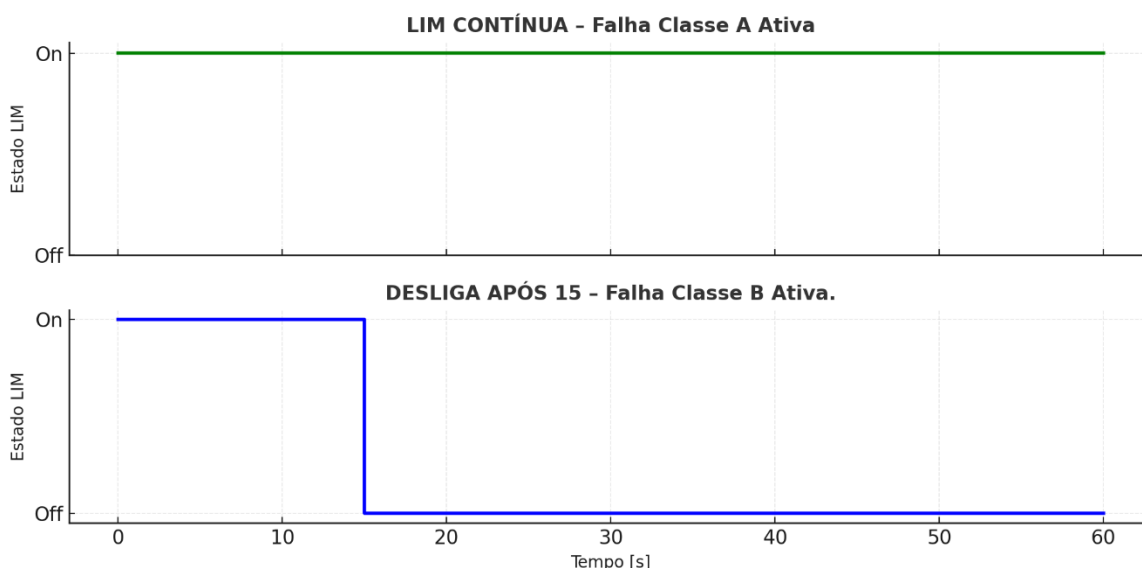


Figura 7 - Esquemático de acionamento da LIM com o motor em funcionamento

Desta forma, tendo em vista as diferentes classificações de falhas do sistema OBD dos veículos P8 e seus respectivos impactos em emissões, se faz possível avaliar a integridade do sistema de monitoramento, bem como a relevância das eventuais falhas presentes nos veículos certificados conforme regulamentação em vigor.

Falhas permanentes

A partir de Janeiro de 2026 entrará em vigor os requisitos dispostos na Instrução Normativa nº 18 de 2021, onde as falhas de classe A deverão ser registradas de forma permanente no sistema de gerenciamento do motor, mesmo com o desligamento da bateria ou solicitação de apagamento de falhas por ferramenta de diagnose. Além disso, os veículos produzidos após esta data deverão reportar parâmetros de identificação do veículo para indicar o último evento de solicitação de apagamentos das falhas, sendo eles:

PID 0x30: parâmetro para informar o número de ciclos de warmup realizados após o último apagamento de falhas;

PID 0x31: parâmetro para informar a distância percorrida desde o último apagamento de falhas.

AEA – Associação Brasileira de Engenharia Automotiva
Rua Salvador Correia, 80 – Aclimação, São Paulo/SP
www.aea.org.br

Aliado ao estado de prontidão do sistema OBD, tais parâmetros podem ser de grande valia durante eventuais ações de inspeção em campo dos veículos P8, pois evidenciam a integridade do sistema, bem como a proximidade da última solicitação de apagamento das falhas do sistema de OBD.

Ferramenta de diagnose

O protocolo de comunicação do sistema OBD dos veículos P8 segue padrões definidos em normas, como por exemplo ISO 27.145, SAE J1939 e SAE J1979. Para uma melhor avaliação dos veículos e respectivo sistema de monitoramento embarcado, se faz necessário utilizar uma ferramenta de diagnose capaz de interpretar as informações disponíveis na porta OBD, também conhecido como scanner automotivo. Diferentes soluções estão disponíveis no mercado, como na versão tablet ou aplicativo para celular, que quando conectado ao veículo permite a leitura dos códigos de falhas presentes, com respectiva classificação, parâmetros identificadores, falhas permanentes, informações gerais do veículo, dentre outros. A Figura 8 apresenta um exemplo genérico de ferramenta de diagnose OBD.



Figura 8 - Exemplo genérico ferramenta de diagnose OBD