

Proposta de valores de
máxima reatividade
específica relativos a todos
os NONMHC utilizados para
o cálculo da emissão de
NMOG para a Fase
PROCONVE L8



Brasília, 16 de novembro de 2021

Sumário

- ▶ Base legal
- ▶ Resultados do Grupo de Trabalho NMOG da AEA
- ▶ Proposta de valores de máxima reatividade específica relativos a todos os NONMHC utilizados para o cálculo da emissão de NMOG para a Fase PROCONVE L8
- ▶ Próximos passos

Base legal

- ▶ A emissão de NMOG (*non-methane organic gases*), ou gases orgânicos não metanos, é uma forma de cálculo que prevê o potencial de formação de ozônio pelos poluentes das emissões veiculares;
- ▶ Primeiramente utilizada nos Estados Unidos da América (California Environmental Protection Agency - Air Resources Board – CARB);
- ▶ Foi determinado pela Resolução CONAMA nº 492/18 – Art. 2º;
- ▶ A implementação das normativas complementares é de competência do Ibama, e o tema está regulamentado pela Instrução Normativa Nº 22, de 24 de setembro de 2020.

Base legal

- ▶ Segundo a CONAMA 492/18 – Art. 2º §1º Para considerar o potencial de formação de ozônio dos veículos que operam com etanol, os valores de NMOG devem ser multiplicados pelo coeficiente de ajuste de reatividades fotoquímicas dado pelo quociente entre a média ponderada das reatividades dos compostos presentes na emissão do veículo e a da gasolina brasileira de referência.
- ▶ A IN 22/20 determinou os valores de reatividade máxima (MIR) para a fase L7 segundo a Tabela 2

Tabela 2

	NONMHC			NMOG _{A22}
	Gasool A22	Gasool A11H50	EHR	Gasool A22
Máxima reatividade (g de O₃/g composto orgânico)	4,70	3,93	3,16	4,86

Base legal

- ▶ Pela IN 22/20, previu-se que o Ibama iria rever, para a Fase PROCONVE L8, os valores a serem utilizados para o cálculo de emissão de NMOG (Art. 4 , § 3º);
- ▶ A revisão se basearia em dados e informações obtidas em pesquisas ou em face de resultados de ensaios obtidos em veículos rodoviários leves de passageiros e leves comerciais representativos de um ou mais modelos de veículos, segundo os procedimentos definidos;
- ▶ Previu-se também a possibilidade de ensaios alternativos para determinação do MIR (ainda não utilizado), e de que os valores do MIR para a Fase L8 pudessem ser revistos, em face da evolução tecnológica dos veículos, combustíveis ou metodologias de ensaio (Art. 5º, § 2º).

Resultados do Grupo de Trabalho NMOG da AEA

- ▶ A Resolução CONAMA nº 18/86, que instituiu, em caráter nacional, o PROCONVE, atribuiu a competência ao Ibama para estabelecer atividades afins com órgãos e entidades que, direta ou indiretamente, possam contribuir para o desenvolvimento do PROCONVE.
- ▶ O Ibama procurou a AEA em 21 de dezembro de 2018 para firmar parceria para iniciar ciclos de debates para implementação das fases L7 e L8;
- ▶ Especificamente, o GT NMOG teve sua primeira reunião em março/2019, e os resultados dos trabalhos contribuíram significativamente para o texto normativo do Ibama publicado via IN 22/20;
- ▶ Com relação ao NMOG para a Fase L8, o GT não obteve consenso, tendo comunicado essa condição em outubro/2021.

Resultados do Grupo de Trabalho NMOG da AEA

- ▶ O GT NMOG trabalhou com os resultados dos seguintes estudos e pesquisas:
 1. Estudo Volkswagen (2012);
 2. Estudo General Motors (2019);
 3. Pesquisa UFRJ/Petrobras (2021).
- ▶ Os trabalhos tiveram como foco tratar da especificação dos gases de escapamento e determinar a máxima reatividade de cada poluente.
- ▶ A seguir, apresentaremos brevemente as conclusões de cada um destes estudos e pesquisa, fundamental para entender a proposta de encaminhamento feita pela AEA.

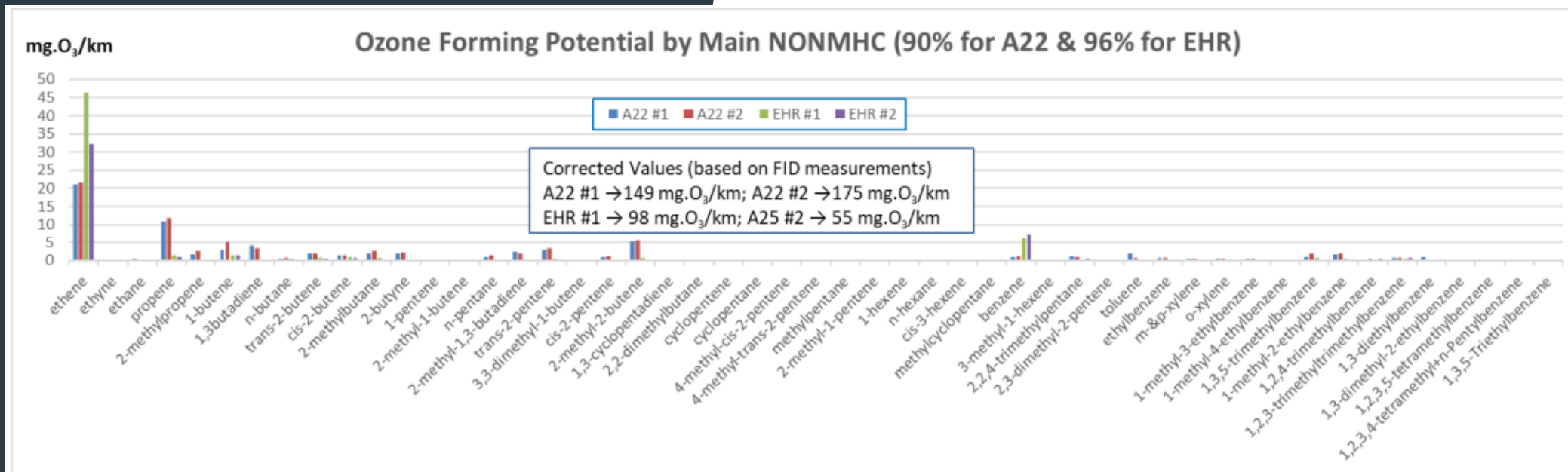
* A CETESB ainda apresentou uma proposta para novo MIR, a partir do resultado de simulação com 4 veículos L7. A proposta não foi aprovada pelo GT.

- ▶ Resultados de 2 ensaios com especificação dos gases de escapamento em veículo flex com motor com injeção nas portas, operando com EHR e A22, realizado pela VW na Alemanha em 2012 para fornecer subsídios para o GT da AEA sobre Álcool não Queimado, deram os valores médios de MIR ($\mu\pm\sigma$)
- ▶ Tais valores foram os adotados para a fase L7 (Tabela 2 IN 22/20)
- ▶ Hoje sabemos que cerca de 70% eram “contaminantes” (HCs > C2)

Resultados de Especificação - VW 2012

$$\text{MIR}_{\text{NMOG-E22}} = 4,86 \pm 0,2$$

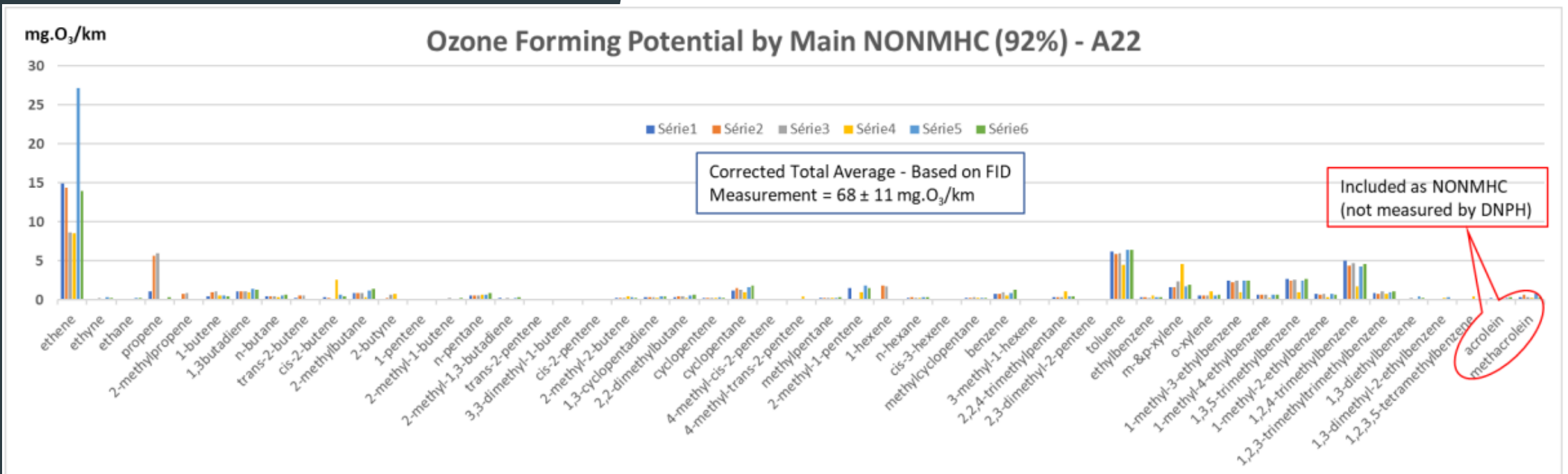
$$\text{MIR}_{\text{NONMHC-E100}} = 3,16 \pm 0,45$$



- ▶ Testes realizado nos EUA em um mesmo veículo L6-DI, consecutivamente, iniciando em uma primeira etapa com 3 ensaios com A22, 3 ensaios com A11H50 e 3 ensaios com EHR, seguidos em uma segunda etapa por 3 ensaios com EHR e 3 ensaios de A22, forneceram os seguintes resultados.
- ▶ O ciclo utilizado foi o FTP75, sendo realizadas medições de etanol não queimado, formaldeído e acetaldeído por DNPH, hidrocarbonetos não metano via FID, além da especificação via cromatografia.

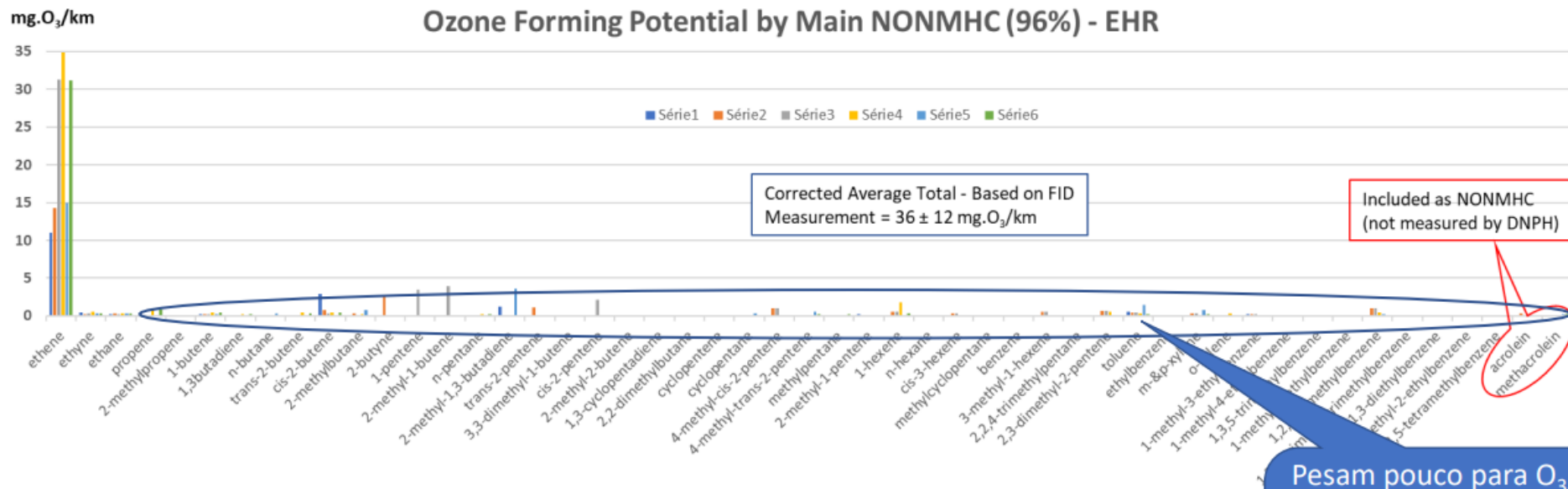
Resultados de Especificação - GM 2019

- ▶ Eventuais diferenças entre a massa total de NONMHC obtida por cromatografia foi corrigida para manter a coerência com a de NONMHC obtida pelo FID.



Resultados de Especificação - GM 2019

Ozone Forming Potential by Main NONMHC (96%) - EHR



$MIR_{NMOG_A22} = 4,19 \pm 0,28$
6 ensaios ($\mu \pm \sigma$)

Pesam pouco para O₃, mas muito na massa total dos NONMHCs via FID: 40% de "contaminantes"

Quando se roda o veículo com etanol existe a presença de contaminação relevante por HC não provenientes da combustão do etanol: em termos de formação de ozônio estamos falando de uma variação de 143%

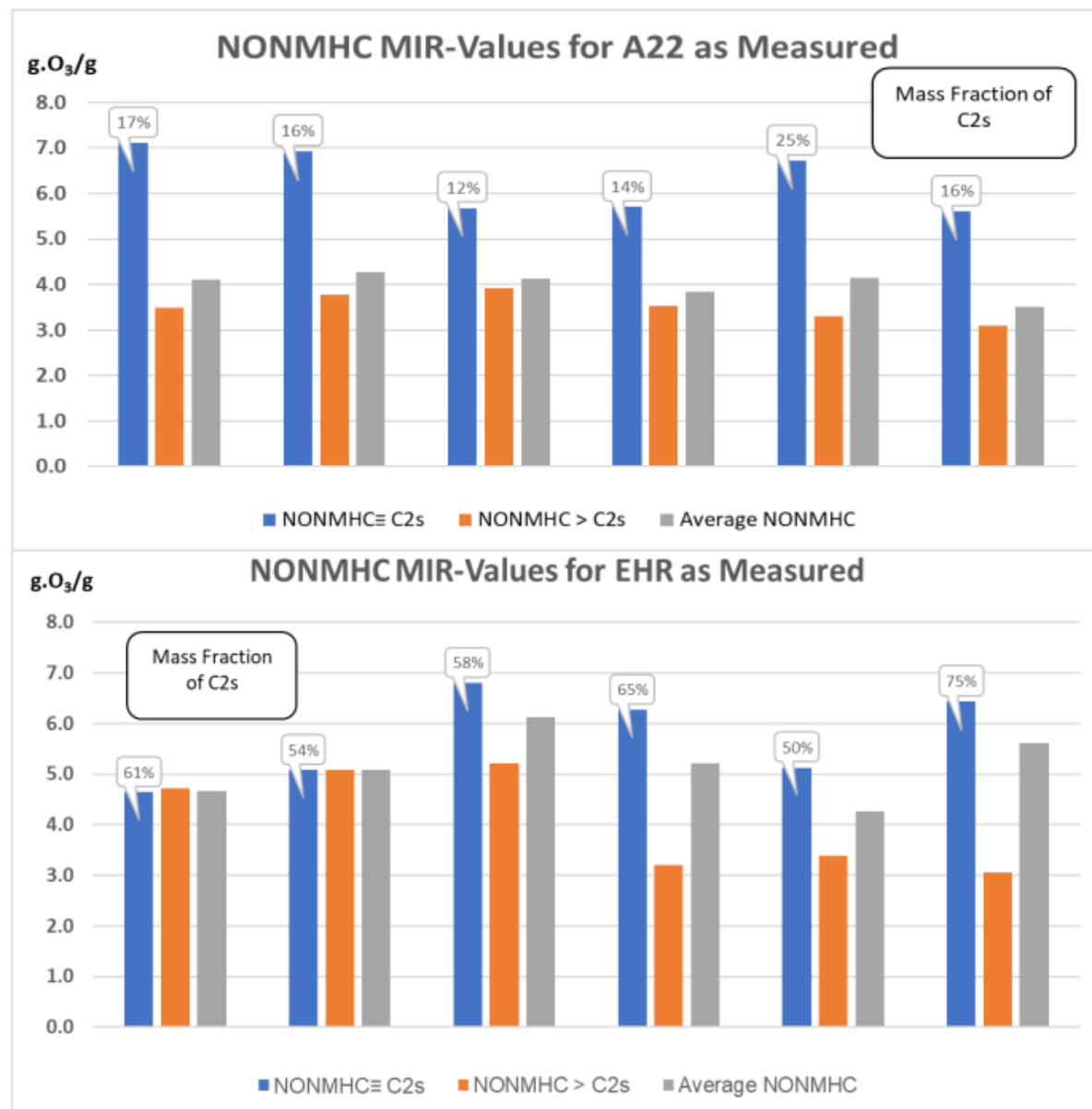
Fuels used for exhaust speciation tests	MIR Values [g.O ₃ /g]				NONMHC MIR Value	C2s Mass Fraction
	NONMHC > C2s		NONMHC ≡ C2s			
	Average	Coef.of Var.	Average	Coef.of Var.		
A22	3.5	8%	6.3	11%	4.0±0.3	16.9%
EHR	4.1	24%	5.7	15%	5.2±0.7	60.9%
A11H50	3.4	6%	6.3	9%	4.2±0.4	25.6%
Total Average	3.7	18%	6.1	13%	4.4	29.5%

Resultados de Especificação - GM 2019

- ▶ Para o A22, ainda que a fração dos NONMHC≡ C2s tenha variado entre ensaios, o valor médio do MIR ficou em

4,0±0,3 e o do NMOG_{E22}=4,2±0,3

- ▶ Para o EHR, a fração dos contaminantes (NONMHC > C2s) variou de 25% a 50%, fazendo com que o valor médio de MIR variasse entre 6,1 e 4,2, sendo o valor médio 5,2±0,7. Além da variação, o aspecto mais preocupante é que esses contaminantes sejam medidos pelo FID e contabilizados com os valores de MIR só da fração dos NONMHC≡ C2s, fato que seria muito prejudicial ao EHR
- ▶ Admitindo-se que a “contaminação” observada devesse ser anulada, por não ser decorrente do EHR, o valor médio de MIR dos NONMHC_{EHR} deveria ser 3,5±0,9 para fornecer o mesmo potencial de formação de ozônio com base nas medidas do FID



- ▶ Ao longo de 2019, UFRJ e Petrobras discutiram a nova metodologia e seus resultados em quatro reuniões desse GT e apresentaram os resultados de especificação de hidrocarbonetos na faixa C4 a C12, estendida posteriormente para C2 a C12, para gasolina e etanol com veículos L4, L5 e L6.

- ▶ A nova metodologia proposta não indicou contaminação com hidrocarbonetos aromáticos no escapamento com o uso do etanol.

- ▶ Em resumo, as principais características da metodologia desenvolvida pela UFRJ e Petrobras são:

- Fundamenta-se em metodologia reconhecida internacionalmente (TO15, TO15A, US EPA)
- Apresenta menor custo de implantação e operacional que a metodologia do CARB
- Elimina a contaminação por aromáticos quando da troca de combustíveis permitindo a detecção dos hidrocarbonetos efetivamente emitidos pelo combustível em teste
- Permite rever dados de MIR, com resultados medidos em veículos L7 e L8, em curto prazo.

Resultados de Especificação - UFRJ/Petrobrás 2021

*Programa Brasileiro de Combustíveis, Tecnologias Veiculares e Emissões - PCVE

- ▶ Adotar, em IN do IBAMA, o uso da metodologia da UFRJ para medição do MIR
- ▶ Para o valor de MIR de veículos L8, sugere-se a adoção dos valores obtidos pela UFRJ com a tecnologia mais recente (L6)

$$\text{MIR}_{\text{NONMHC-E100}} = 5,7$$
$$\text{MIR}_{\text{NMOG-E22}} = 3,5$$



Fuel 287 (2021) 119506

Contents lists available at ScienceDirect

Fuel

journal homepage: www.elsevier.com/locate/fuel

Full Length Article

Hydrocarbon emissions in flex fuel vehicles using ethanol: Preliminary results using a method implemented in Brazil

Bruno Siciliano^a, Cleiton Martins da Silva^{a,b,*}, Luciana N. Loureiro^c, Pedro C. Vicentini^c

▶ Apesar de reconhecer no trabalho científico da UFRJ o possível melhor valor de MIR para aquela tecnologia do veículo testado, não considera seguro admitir que os mesmos sejam adotados imediatamente, pois entende que é preciso mais tempo para:

- 1) ensaiar veículos com diferentes tecnologias, inclusive preparados para atender L7 quanto a emissões evaporativas;
- 2) entender as grandes variações entre testes;
- 3) conciliar o trabalho da UFRJ com o procedimento tradicional de homologação em laboratório de emissões de modo a definir como tratar as contaminações provenientes do carro no cálculo do MIR quando se utiliza EHR;
- 4) avaliar se uma nova metodologia será necessária e viável, impactando em normativas, laboratórios (novos equipamentos), novos procedimentos de testes, etc.

Quanto à perspectiva do controle ambiental:

Perda de previsibilidade e impactos :

Alteração do valor de MIR para 2025 implicará em veículos planejados para L-7 e L-8 não possam mais ser comercializados na fase L-8

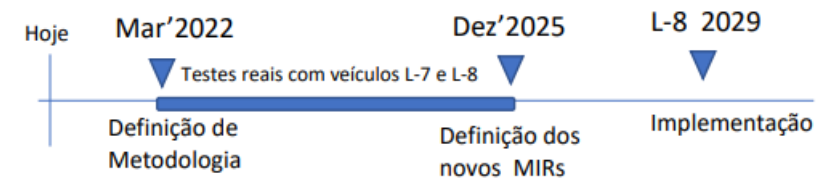
Alteração indireta dos limites corporativos já definidos pela Resolução 492/2018

Emissões de VOC sendo predominantemente tratadas pelo controle de evaporativos 48h e ORVR e também pela introdução do NMOG no L-7

Etanol provoca emissões de VOC menores do que a gasolina

Utilizar previsão regulatória para rediscussão das metas de emissões para 2029 e 2031 dentro do L-8

Proposta de Cronograma de Trabalho



Comissão NMOG AEA conclui o seguinte:

1. Trabalho UFRJ pode representar o melhor MIR científico para aquela tecnologia do veículo testado;
2. É preciso mais tempo para ensaiar mais veículos com diferentes tecnologias inclusive e entender as variações de teste a teste e utilizando o procedimento do L7;
3. Conciliar trabalho da UFRJ com o procedimento de homologação em laboratório de emissões para definir sobre como tratar as contaminações provenientes do carro no cálculo do MIR utilizando E100;

Proposta de valores de máxima reatividade específica relativos a todos os NONMHC utilizados para o cálculo da emissão de NMOG para a Fase PROCONVE L8

- ▶ Com base nas informações reportadas pelo GT NMOG e pela Comissão NMOG da AEA, o Ibama e seus ATC propõe novos valores para o MIR do NMOG para a fase PROCONVE L8, incluindo um valor intermediário para EHR entre 2025 e 2027;
- ▶ Os valores são baseados na média dos valores de MIR de quatro dos últimos seis ensaios realizados pela UFRJ/Petrobras considerados na proposta inicial da própria UFRJ/Petrobras (três com Gasool A22 Ref. e três com EHR), além das discussões tratadas no GT NMOG da AEA;
- ▶ Para aumentar a confiabilidade, rejeitou-se, para o cálculo da média dos valores de MIR, um dos ensaios de cada combustível, devido a algumas diferenças entre estes e os valores homologados para o mesmo veículo;

Proposta de valores de máxima reatividade específica relativos a todos os NONMHC utilizados para o cálculo da emissão de NMOG para a Fase PROCONVE L8

- ▶ Foi baseada em trabalho do LACTEC, que informa que ao menos 60 % da emissão de escapamento de NONMHC em veículos *flex* é de compostos C2 e nos resultados do estudo da UFRJ/Petrobras (*);

$$MIR_{NONMHC -EHR}(Int. L8) = (0,6 \times 5,57) + (0,4 \times 3,69)$$

$$MIR_{NONMHC -EHR} = 4,82$$

- ▶ Os demais valores de MIR_{NONMHC} para Gasool A22 e Gasool A11H50, e MIR_{NMOG} para Gasool A22 continuam os mesmos para a Proposta L8 e Int. L8;
- ▶ Valor intermediário válido para a Fase L8 do PROCONVE, de 01/01/2025 a 31/12/2027.

(*) O trabalho do LACTEC analisou o gás de escapamento com método FTIR, que mede cerca de 20 a 30 compostos pré-calibrados de fábrica, incluindo alguns hidrocarbonetos C2 (etano, eteno e acetileno) → A análise revelou que 60 % da emissão, em massa, era desses compostos. O trabalho da UFRJ mostrou que 95% da massa era de compostos C2. Então, considerando que ao menos 60% representa essa classe de compostos, e trabalhando "pelo lado da segurança", propomos considerar apenas 60 % do valor determinado pela UFRJ (e ajustado pela Cetesb): "0,6 x 5,57".

Proposta de valores de máxima reatividade específica relativos a todos os NONMHC utilizados para o cálculo da emissão de NMOG para a Fase PROCONVE L8

- ▶ Já há veículos L7 homologados com baixos valores de $(NMOG+NOx)_{FD}$, mesmo sem qualquer uma das tecnologias analisadas: GDI, ORVR, Turbo e EGR -> Outras estratégias devem auxiliar as emissões de $(NMOG+NOx)_{FD}$;
- ▶ Há até mesmo veículo L7 que atenderiam o BIN 30 para os MIR_{L8} -> Nível corporativo mais restritivo de veículos leves de passageiros;
- ▶ A maioria dos veículos analisados avançam apenas 1 BIN quando se compara os valores de $MIR_{Int. L8}$ e MIR_{L8} com os valores de MIR tabelados da L7 -> Alguns nem avançam;
- ▶ Poucos veículos avançam 2 BIN, porém possuem características particulares que podem ser trabalhadas: Emissões elevadas de ETOH e THC, emissão elevada de Acetaldeído e THC, baixa contribuição de CH_4 e BIN bastante próximo ao limite;
- ▶ Não há veículos com avanços de 3 BIN ou superior.

Considerando

- ▶ QUE já há tecnologias, componentes e estratégias disponíveis no mercado, e já utilizadas, que possibilitam um melhor controle das emissões *NMOG* em veículos *flex*;
- ▶ QUE o valor final do MIR está baseado no melhor conhecimento técnico e científico do momento, e que o valor final poderá ser revisto;
- ▶ QUE a determinação de uma valor intermediário favorece a continuidade de estudos e pesquisas sobre o NMOG;
- ▶ QUE as propostas de atualização dos valores intermediário e final do MIR L8 não geram grandes alterações na metodologia de ensaio, a política de níveis corporativos permite flexibilização conforme as estratégias de cada empresa sem maiores prejuízos ambientais e a legislação permite que cada empresa determine os próprios valores de MIR para veículos representativos (há laboratório nacional para esse serviço)...

... os seguintes valores de MIR tabelados para o PROCONVE L8 foram propostos:

	NONMHC			NMOG _{A22}
	Gasool A22	Gasool A11H50	EHR	Gasool A22
MIR_{Int. L8} - 01/01/2025 a 31/12/2027 (g de O ₃ /g compostos orgânicos)			<u>4,82</u>	
MIR_{L8} – A partir de 01/01/2028 (g de O ₃ /g compostos orgânicos)	3,69	4,63	5,57	3,91

Próximos passos

- ▶ Espera-se que o GT NMOG continue os trabalhos de discussão técnica para os procedimentos de ensaio para a determinação alternativa dos valores de máxima reatividade específica;
- ▶ Estudos complementares poderão aprimorar o NONMHC EHR de 5,57 (um acordo para um novo PCVE poderia beneficiar futuros estudos e pesquisas);
- ▶ O prazo para publicação da Instrução Normativa com os valores de MIR para a Fase L8 se encerra em 31 de dezembro de 2021;
- ▶ O Ibama disponibilizará um link para receber contribuições ao texto normativo proposto, com data final até 30 de novembro de 2021;
- ▶ As contribuições serão consideradas para aprimoramento do texto, e constarão no processo administrativo da IN.

Obrigado!

