



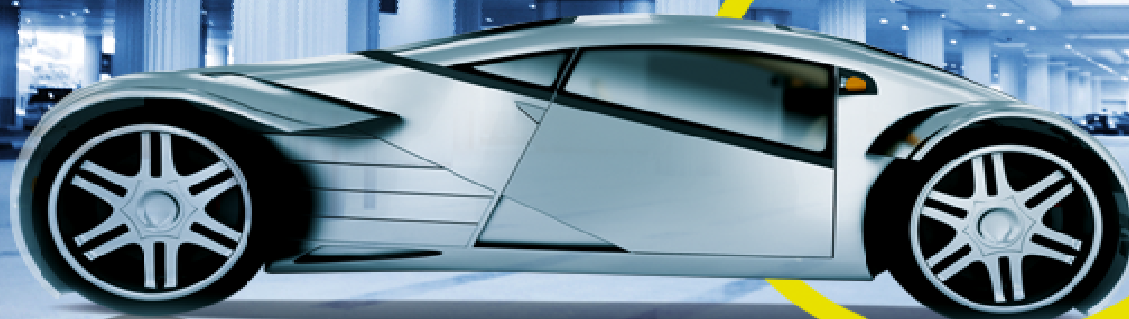
Associação Brasileira
de Engenharia Automotiva

Requisitos de desempenho para os novos motores do Ciclo Diesel

Workshop ANP
Qualidade de Biodiesel e suas Misturas

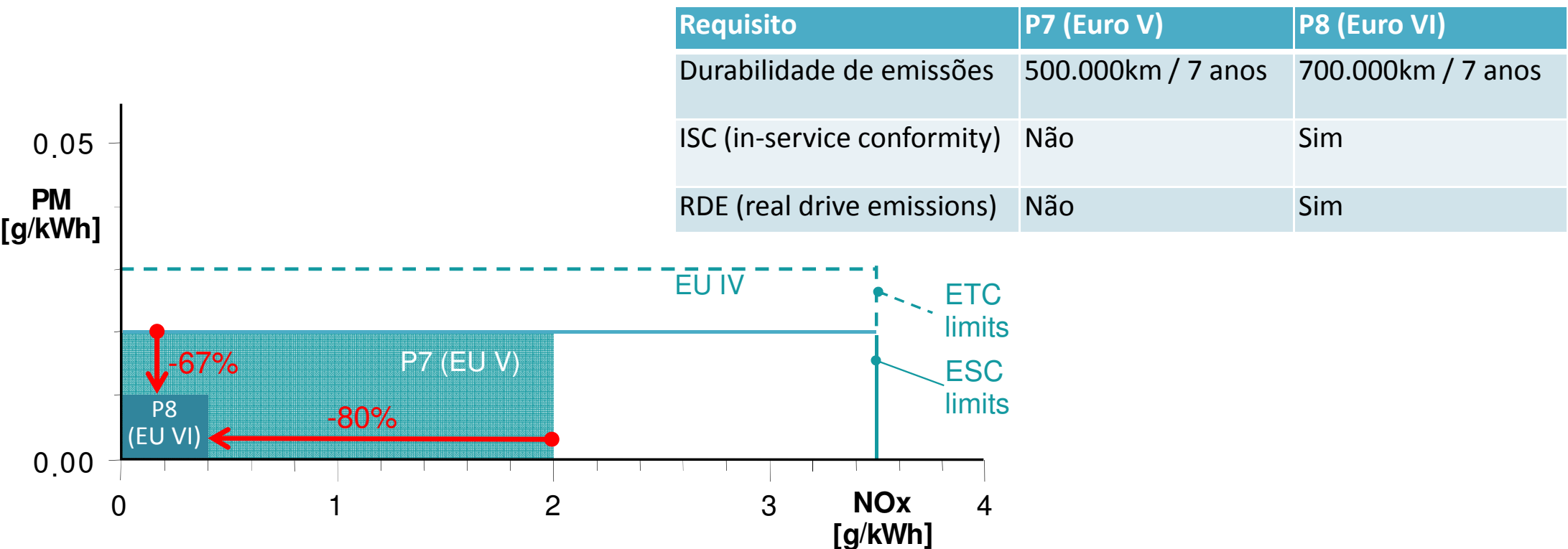
Brasília, 8 de Abril de 2019

Christian Wahnfried



- 1. Introdução***
- 2. Pontos de atenção***
- 3. Conclusões***

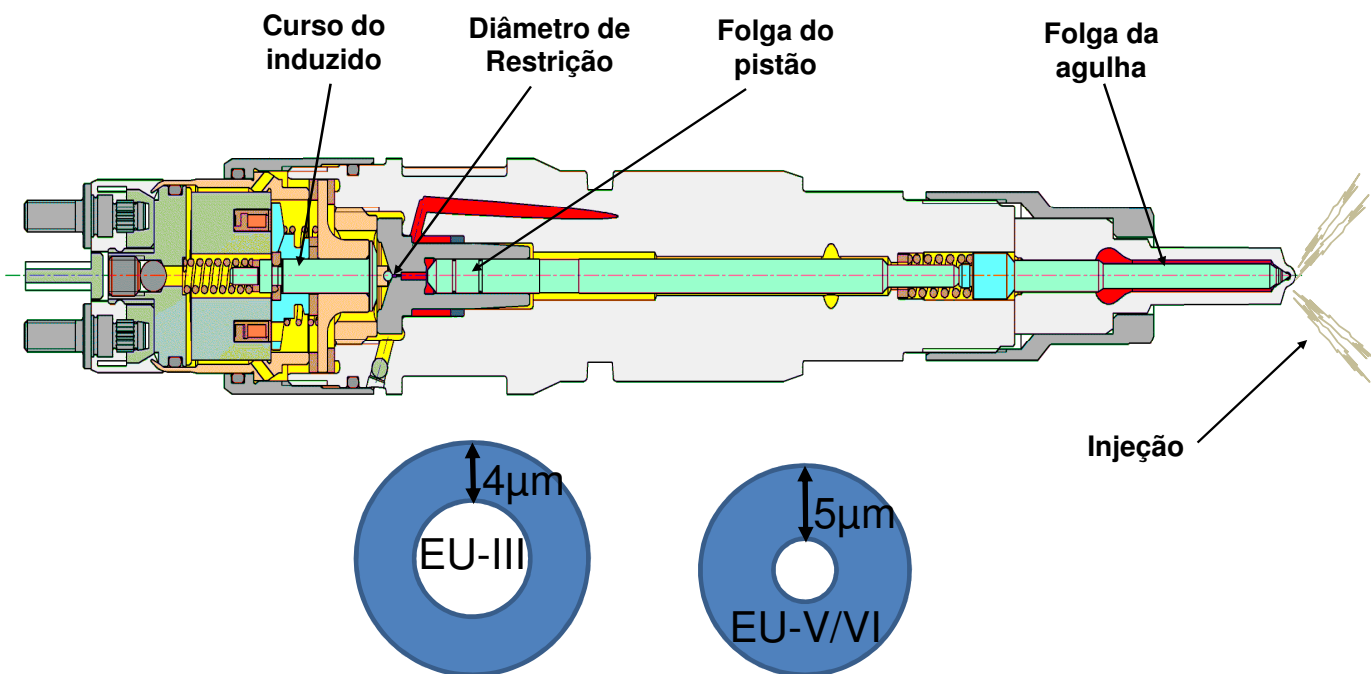
LIMITES DE EMISSÕES P7 X P8



Limites de emissões e requisitos adicionais trazem desafios ao atendimento e manutenção dos limites nos próximos anos.

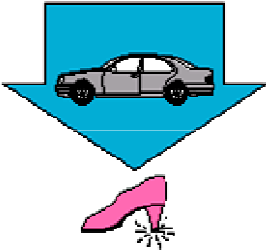
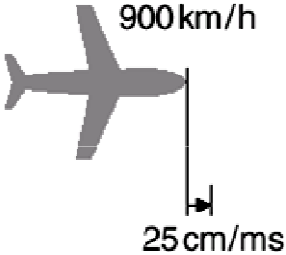

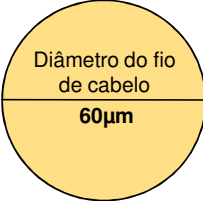
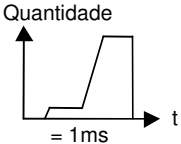


INJETOR COMMON RAIL

- Evolução de sistema de injeção Euro III para Euro V/VI: maior pressão de sistema e menores tolerâncias



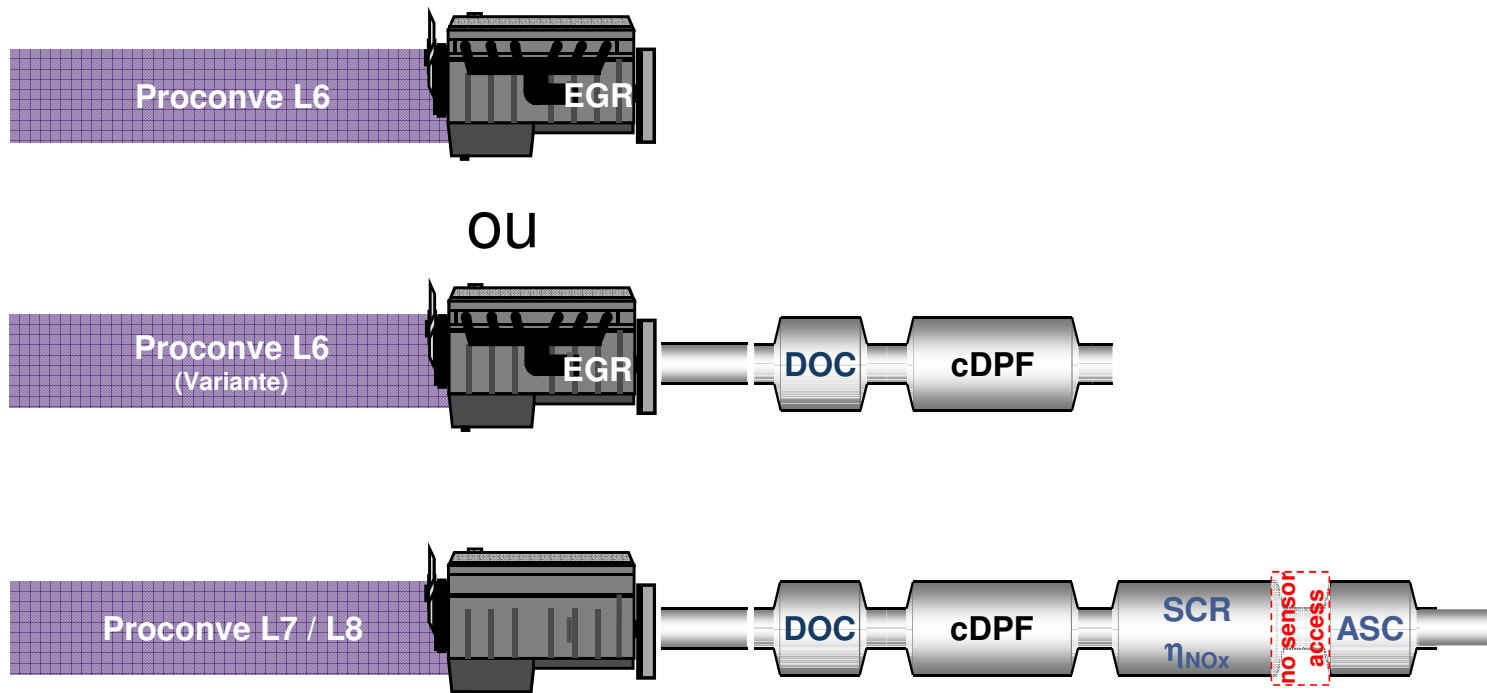
	Euro III	Euro V / VI
Injeção	1600 bar	1800 bar
Tolerância 0km	5,4 mm ³ /stk	2,6 mm ³ /stk
Folga agulha	2,5 µm	2,5 µm
Folga pistão	4 µm	5 µm
Diâmetro de restrição	215 µm	260 µm
Curso do induzido	50 µm	40 µm
Temperatura de retorno	~100°C	~120 a 130°C

ESCALA DE GRANDEZAS DA INJEÇÃO DIESEL

Pressão	Tempo injeção	Quantidade/ Volume	Tamanhos
		<p>Quantidade Injetada</p> <p>Carga Plena: 200 mm³ (4x gota de água) </p>	 <p>Diâmetro do fio de cabelo 60 μm</p>
<p>2000 bar</p>		<p>Marcha lenta: 10 mm² (cabeça alfinete) </p> <p>Pré-injeção: 2 mm² •</p>	 <p>Folga do pistão 5 μm</p>

PC & LD EXHAUST SYSTEMS

- Complexidade técnica do sistema de pós-tratamento em veículos de passeio (diesel) e comerciais leves



EGR: Exhaust Gas Recirculation
DOC: Diesel Oxidation Catalyst
SCR: Selective Catalytic Reduction
cDPF: Coated Diesel Particulate Filter
DPF/SCR: SCR on Filter
ASC: Ammonia Slip Catalyst

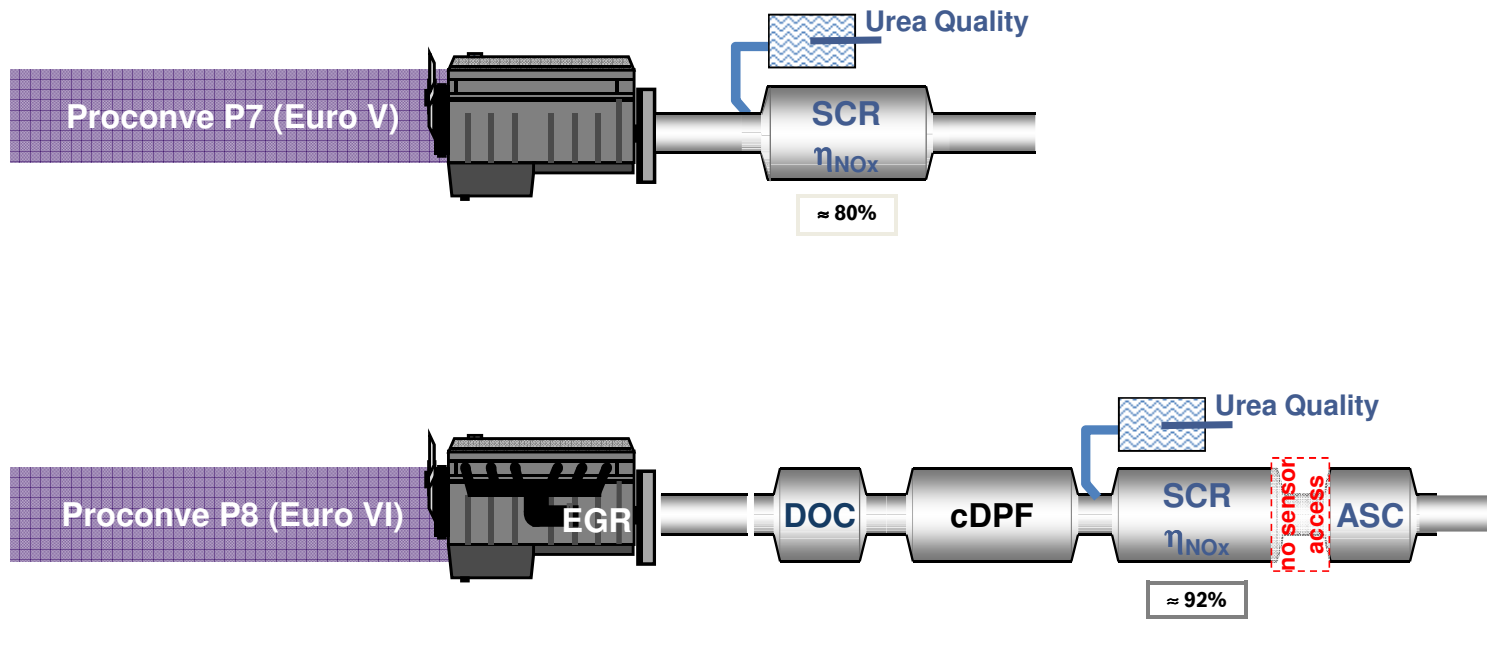
*1 Emission limit inclusive engineering target

Complexidade e novas tecnologias de pós-tratamento de gases de escape para atendimento às fases futuras.

Fonte: Bosch

TRUCKS & BUSES EXHAUST SYSTEMS

- Complexidade técnica do sistema de pós-tratamento em veículos comerciais médios e pesados



EGR: Exhaust Gas Recirculation
DOC: Diesel Oxidation Catalyst
SCR: Selective Catalytic Reduction
cDPF: Coated Diesel Particulate Filter
DPF/SCR: SCR on Filter
ASC: Ammonia Slip Catalyst

Complexidade e novas tecnologias de pós-tratamento de gases de escape para atendimento às fases futuras.

Fonte: Bosch

PONTOS DE ATENÇÃO

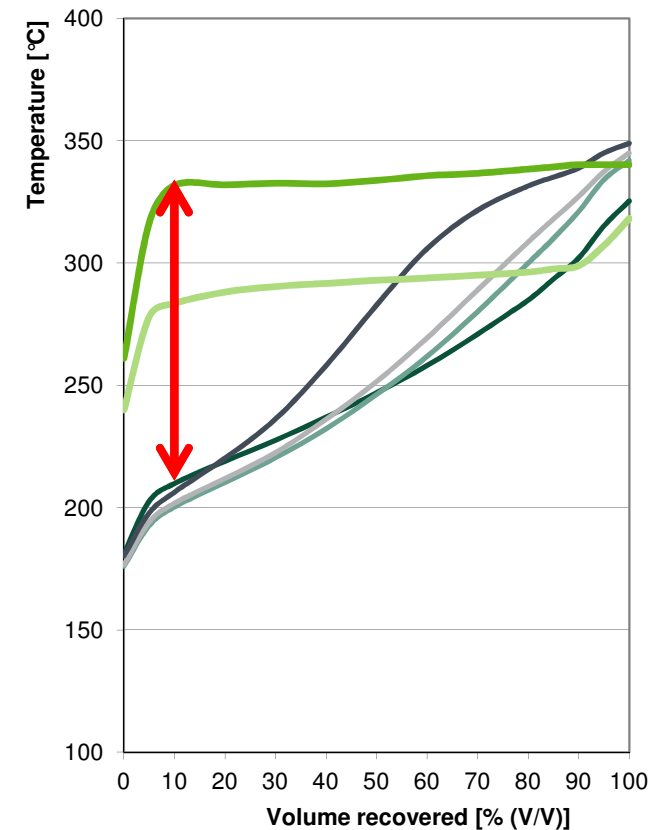
- A utilização de misturas mais altas de biodiesel e a necessidade de novas tecnologias para atendimento às fases futuras aumentam a probabilidade de ocorrência de efeitos já conhecidos com as misturas atuais:
 - Diluição de óleo
 - Compatibilidade com materiais
 - Coqueificação
 - Formação de sabões
 - Eficiência de catalisadores
 - Estabilidade à oxidação

DILUIÇÃO DE ÓLEO DO MOTOR

- Volatilidade do biodiesel inferior à do diesel
 - Menos evaporação
 - Maior diluição de óleo:
 - Reduz lubrificação do motor
 - Consumo do TBN
 - Formação de graxas e ácidos

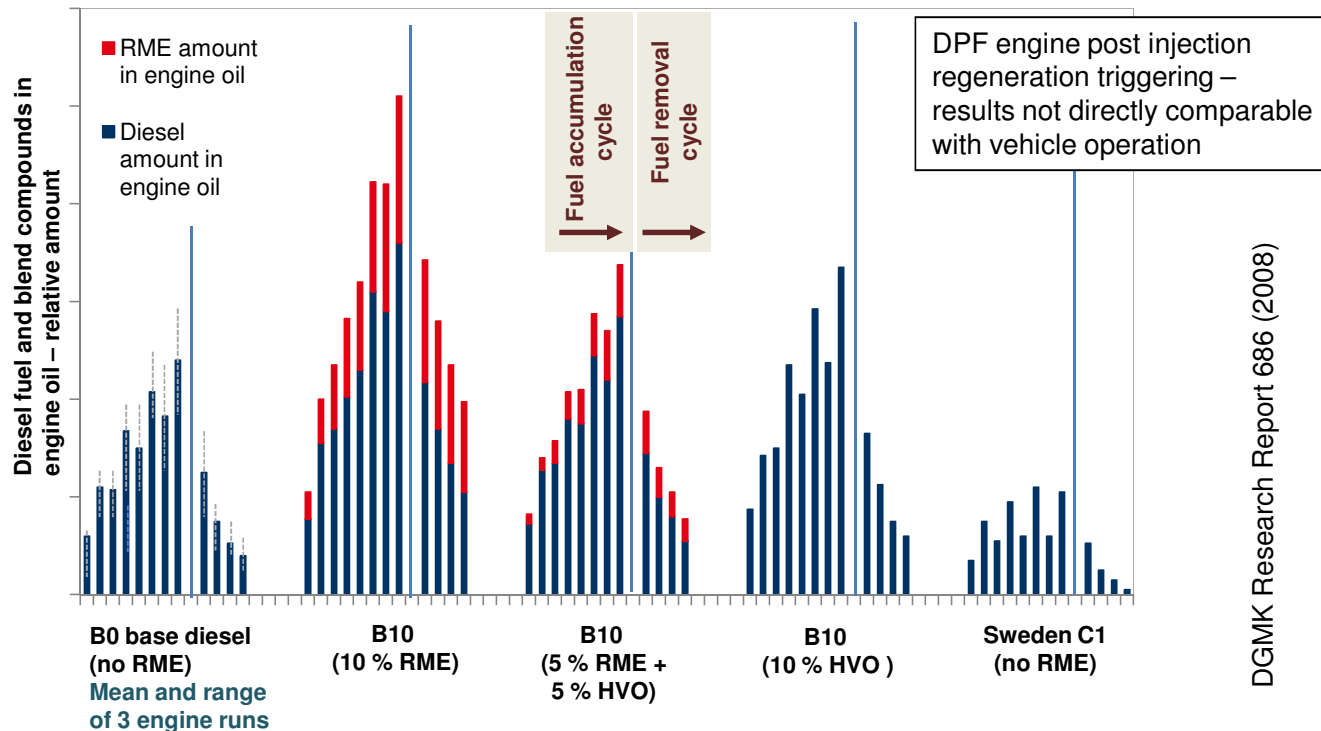


— Sweden Diesel
— B0
— B5
— B30
— B100 (RME)
— HVO



DILUIÇÃO DE ÓLEO DO MOTOR

Engine oil dilution by lower volatility/higher final boiling point (FBP)

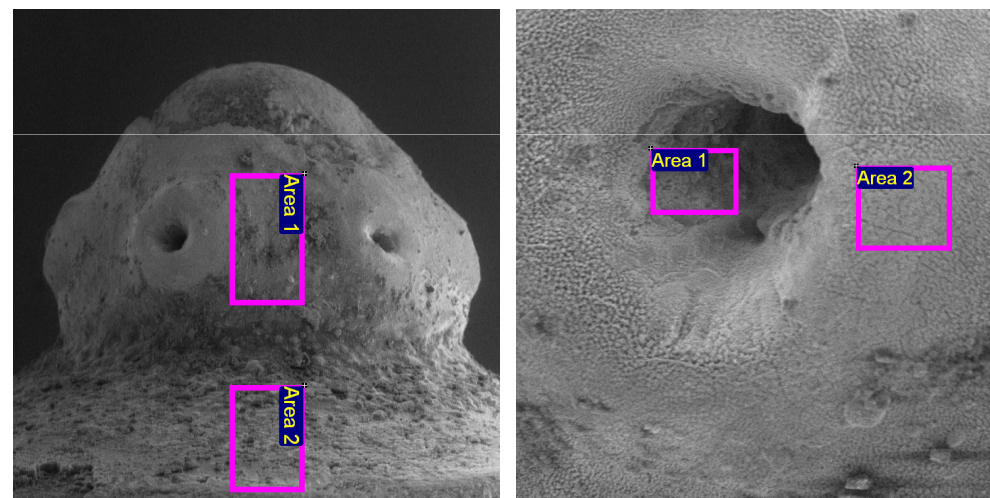


Combustíveis de baixa volatilidade acumulam no óleo lubrificante, reduzindo sua vida útil.

COMPATIBILIDADE COM MATERIAIS

- Aumento de coqueificação do bico injetor
 - Causada por sabões (Zn, Pb, ...)
 - Estes materiais devem ser eliminados do sistema de combustível

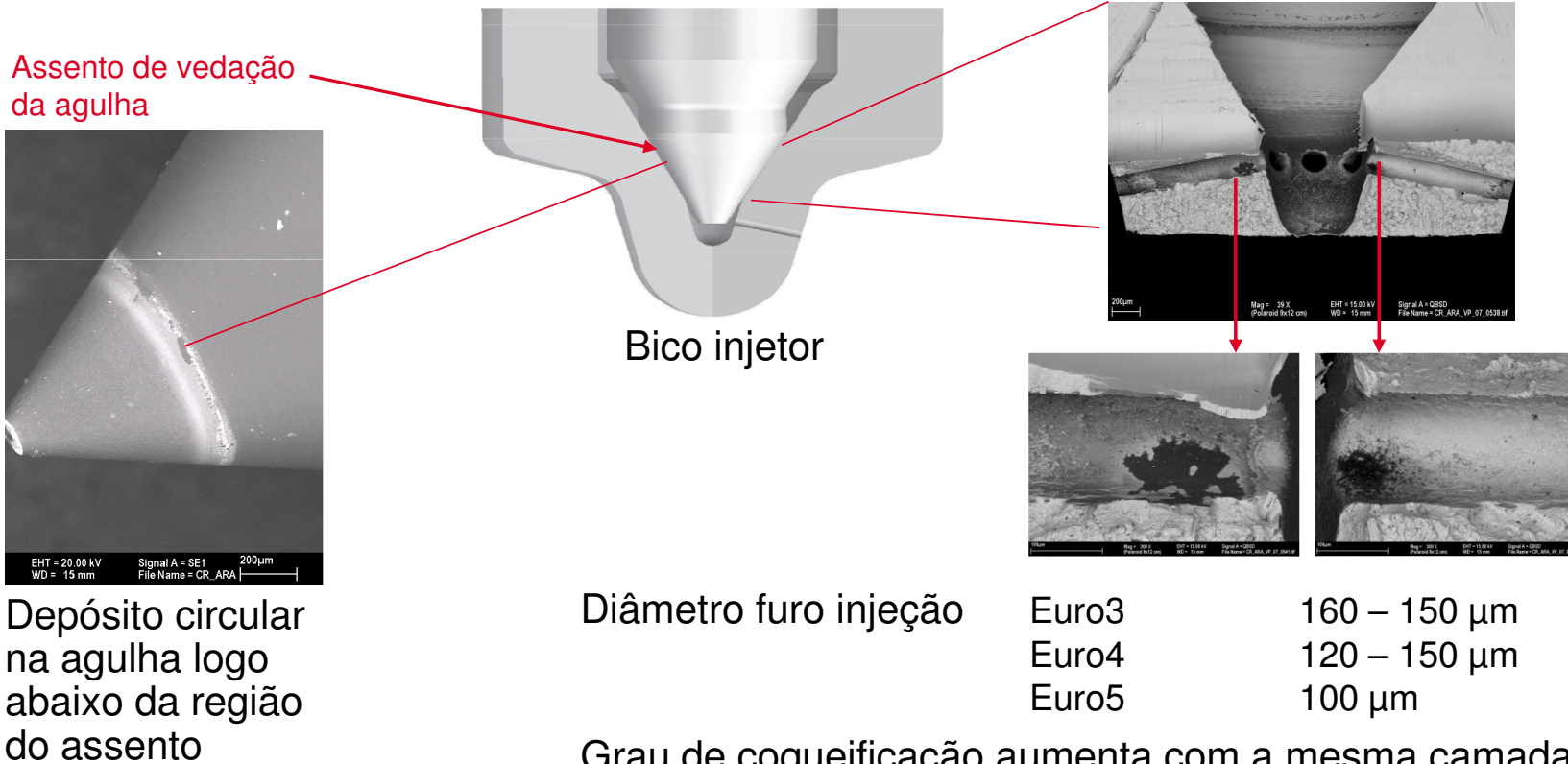
Cobre e Zinco Presente em ligas não ferrosas (Zamac, Latão) e de superfícies zincadas no sistema de combustível (linhas, tanques, copos de filtros, ...) tanto no abastecimento quanto no veículo	Evitar totalmente peças e conjuntos que contenham cobre, zinco e superfícies zincadas
Chumbo Presente em tanques de veículos soldados com chumbo	Evitar superfícies ou soldas com chumbo
Sódio Presente em secadores de diesel e da produção de FAME (cloreto de Na), nas "pipelines", em anti-corrosivos (nitrito de Na) e devido ao transporte marítimo Vindo de água borrifada via respiro do tanque	Combustível deve ser controlado quanto a traços de sódio ($\text{Na} < 0,1\text{mg/kg}$) Otimizar layout e ventilação do tanque



Bico injetor após operação com B10 contaminado com Zn e Pb

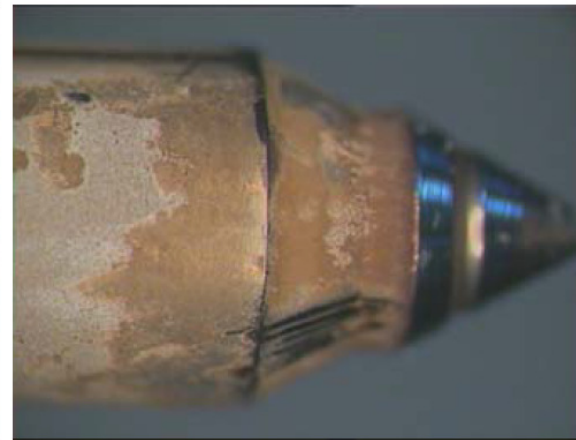
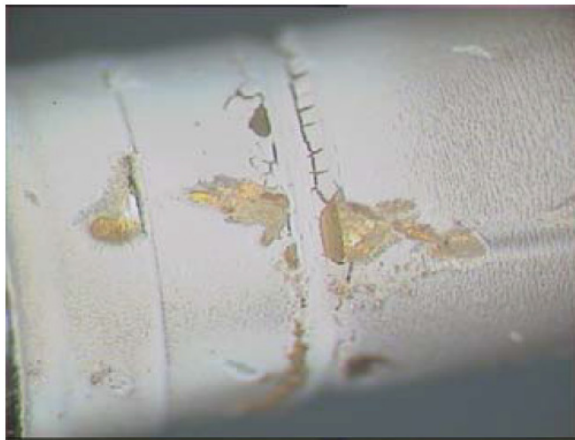
COQUEIFICAÇÃO EM BICOS INJETORES

- Impurezas de íons metálicos causando coqueificação



FORMAÇÃO DE SABÕES

- Aumento da ocorrência de depósitos internos nos injetores (IDIDs - Internal Diesel Injector Deposits) devido a formação de sabões de:
 - Íons metálicos presentes como impurezas no combustível, processo de esterificação e aditivção anti-corrosiva para proteção de pipelines
 - Ácidos graxos vindos da esterificação incompleta
- Restringir uso de Sódio durante produção e transporte do combustível
- Problema mais frequente em sistemas com alta carga térmica



REDUÇÃO DE EFICIÊNCIA DE CATALISADORES

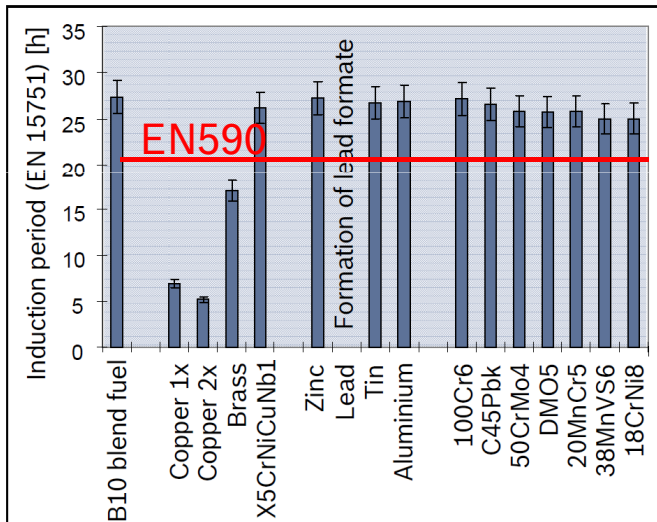
- Metais alcalinos (Na + K)
 - Utilizados na catálise da produção de biodiesel e como inibidores de corrosão em pipelines (Na).
 - Associados à formação de depósitos (sabões) no sistema de injeção, formação de cinzas e envenenamento de sistemas de pós-tratamento de gases de escape.
- Metais alcalinos terrosos (Ca + Mg)
 - Utilizados como absorventes na produção de biodiesel.
 - Associados à formação de depósitos (sabões) no sistema de injeção e envenenamento de sistemas de pós-tratamento de gases de escape. Sabões de Ca podem travar bombas injetoras.
- Fósforo
 - Componente natural de óleos vegetais (fosfolipídios).
 - Tem alto poder de prejudicar os sistemas de pós-tratamento de gases de escape.
 - Efeito cumulativo, mesmo pequenas concentrações podem causar falhas prematuras ao longo do tempo.
 - EU recentemente reduziu limite de 8 para 4 mg/kg.

ESTABILIDADE À OXIDAÇÃO

- O Biodiesel e algumas misturas são conhecidos por sua baixa estabilidade à oxidação.
 - Aditivação na fonte com anti-oxidantes é uma opção desde que o aditivo cumpra sua função e tenha meia-vida de 6 meses no campo.
- O envelhecimento do combustível começa quando sua reserva à oxidação é consumida.
 - Reclamações típicas relacionadas aos produtos de envelhecimento são formação de resinas, depósitos e oxidação em componentes.
 - Não há medidas técnicas que evitem as consequências do envelhecimento do combustível sobre o sistema de combustível.
 - Além dos aditivos, há medidas e boas práticas para retardar o envelhecimento a níveis aceitáveis na cadeia de abastecimento.
- Combustíveis serão mais estressados no futuro. Fatores como downsizing dos motores, aumento de pressão no sistema de injeção e metas eficiência aumentam a carga térmica.

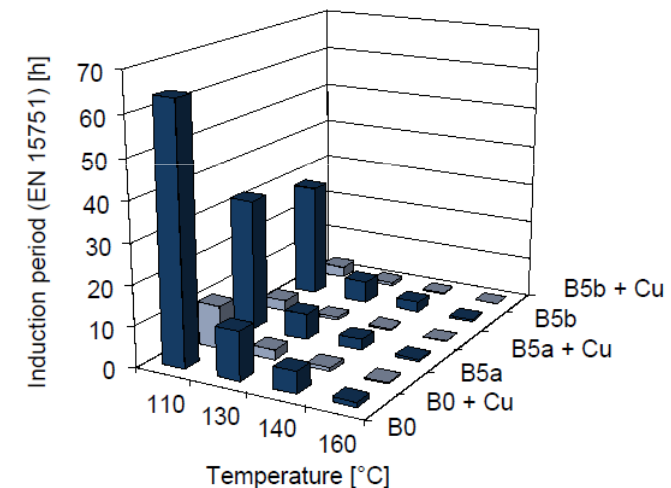
FATORES REDUTORES DA ESTABILIDADE À OXIDAÇÃO

► Metais catalíticos e suas ligas:



- Zn, Al, Sn e ligas de aço não têm efeito observável
- Forte impacto de Cu e suas ligas

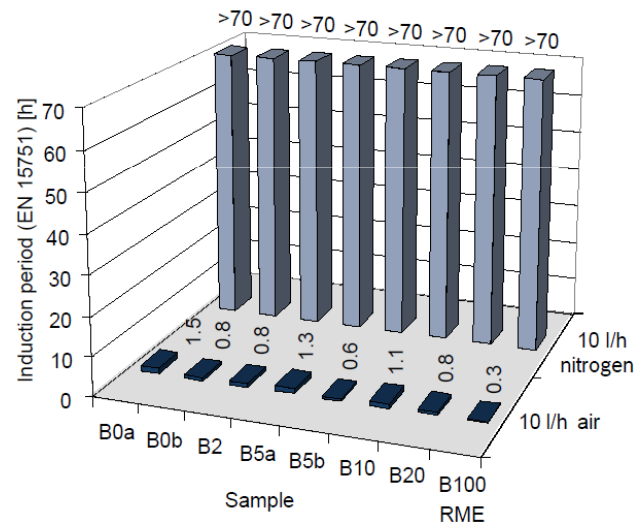
► Temperatura:



- A elevação da temperatura acelera a oxidação de acordo com a lei de Arrhenius.
- Temperatura será elevada por maiores pressões e eficiência do motor.

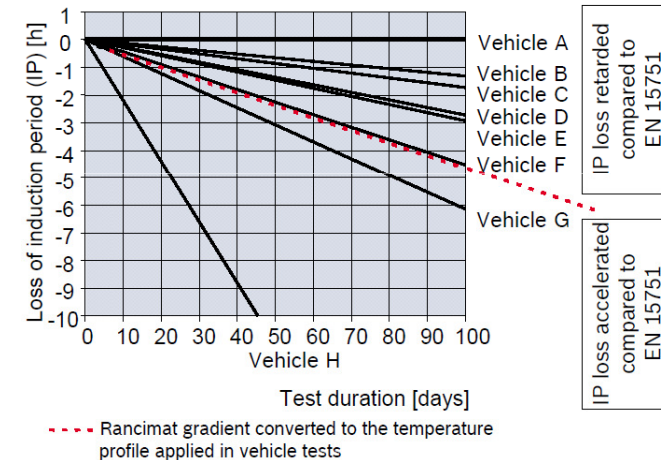
FATORES REDUTORES DA ESTABILIDADE À OXIDAÇÃO

► Oxigênio:



- Na ausência do ar, combustíveis permanecem estáveis independentemente da composição (B0/Bx/B100).

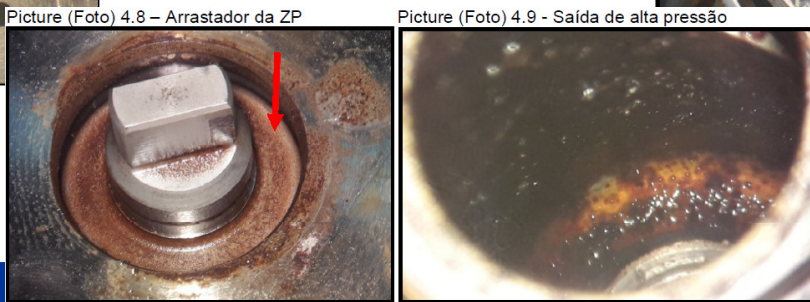
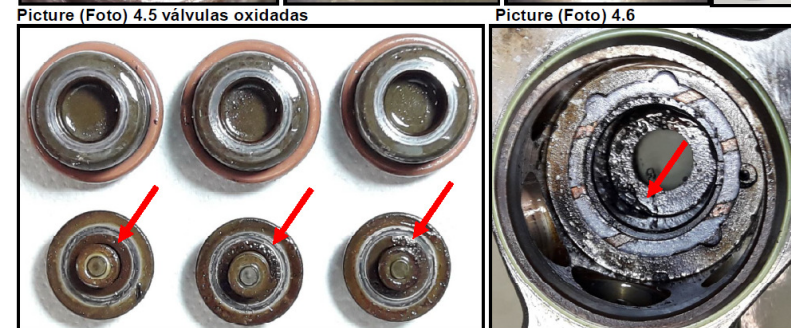
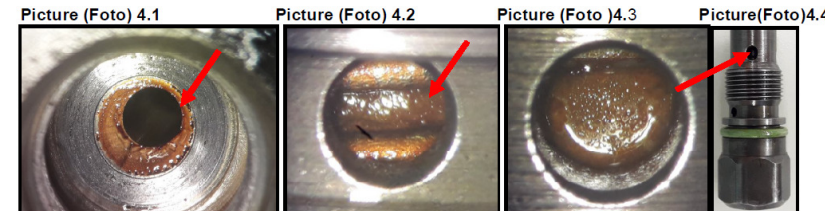
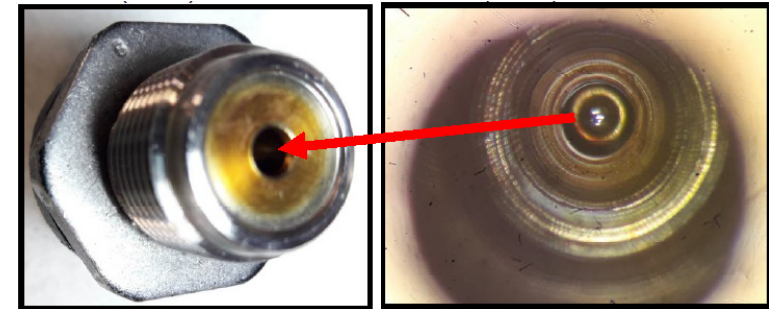
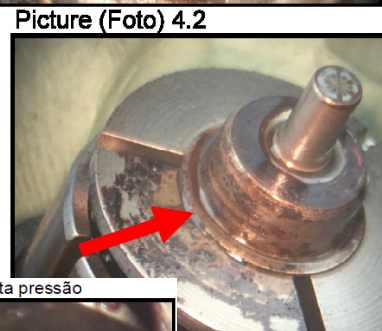
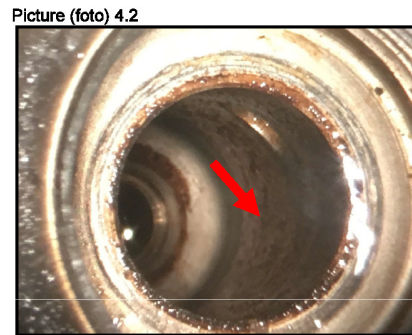
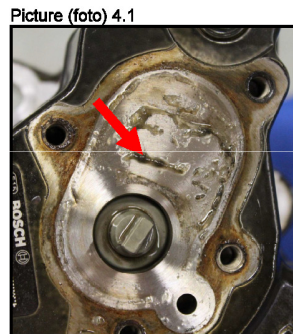
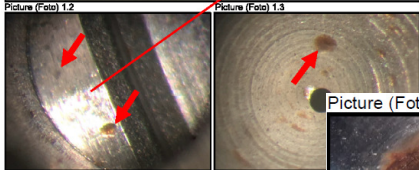
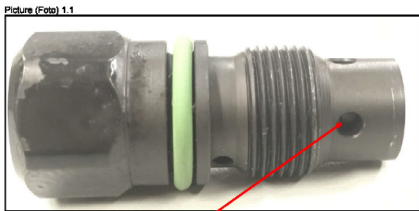
► Soma dos fatores:



- Cada veículo, assim como cadeia logística do combustível, tem sua configuração única afetando a estabilidade à oxidação do combustível.

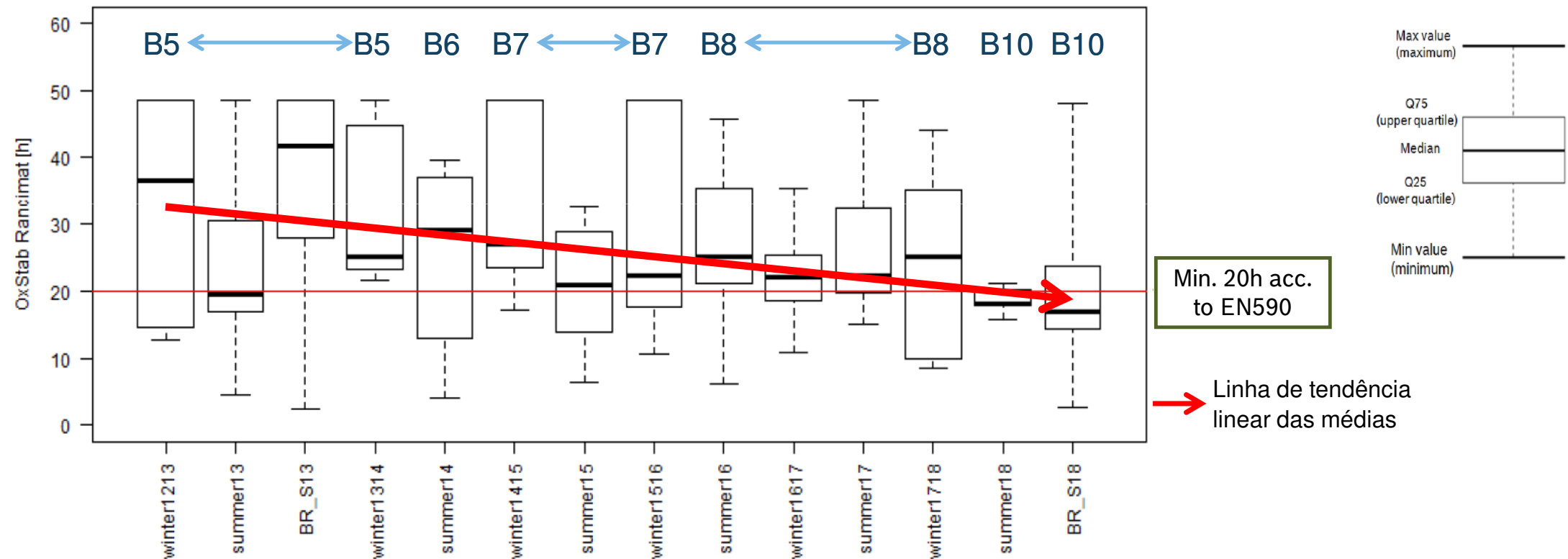
ESTABILIDADE À OXIDAÇÃO – EFEITOS

- O uso de biodiesel oxidado coloca o sistema de combustível em risco.
- Potenciais problemas incluem:
 - Formação de depósitos e borra
 - Desgaste
 - Corrosão



ESTABILIDADE À OXIDAÇÃO – CAMPO

➤ Análise de estabilidade à oxidação em amostras coletadas pela SGS



Tendência de queda da estabilidade à oxidação ao longo dos anos e com o aumento da participação do biodiesel.

Fonte: Bosch

CONCLUSÕES

- A combinação das novas fases do Proconve com as metas de eficiência do Rota2030 traz requisitos exigentes e desafiadores dentro de um cenário de aumento de biodiesel promovido pelo Renovabio:
 - Necessário estudar e testar tecnologias L7, L8 e P8 de forma abrangente com B15 com atenção especial para sistemas de pós-tratamento de gases de escape (contaminação por metais + regeneração).
 - Estudos externos são bem vindos, contudo o Brasil se tornou pioneiro com tamanhos requisitos simultâneos.
 - Estabilidade à oxidação é o tema do momento, porém há outros pontos que requerem atenção para evitar problemas futuros.
- Biodiesel de 2ª geração, como o HVO ou diesel-de-cana, são a solução europeia para misturas >B7, garantindo compatibilidade com tecnologias automotivas e redução de reclamações de campo.
- Aditivos, caso necessários, devem ser robustos, garantindo sua função por não menos que seis meses em campo.



Associação Brasileira
de Engenharia Automotiva

OBRIGADO!

christian.wahnfried@br.bosch.com
+55-41-99645-5306

