

## Informe Setorial da Área Industrial, n. 15, jan. 2010

<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>

# INFORME SETORIAL

Área Industrial

Janeiro/2010 nº 15

## O Proconve e o apoio do BNDES à engenharia de desenvolvimento de veículos pesados no Brasil\*

### 1. Introdução

A questão ambiental assumiu papel relevante nas decisões industriais ao longo das últimas décadas. Em todo o mundo, os governos vêm adotando medidas para assegurar um desenvolvimento sustentável. O setor automotivo, por seu elevado consumo energético, é alvo de medidas que visam à redução do consumo de combustíveis fósseis e das emissões de gases nocivos ao meio ambiente. As principais ações envolvem a fixação de limites para emissões de poluentes e o estabelecimento de parâmetros para assegurar maior eficiência no consumo energético.

Essa necessidade deve-se ao fato de que o setor de transporte representa uma parcela significativa do consumo brasileiro de combustíveis. Em 2007, o setor consumiu 57.621 mil toneladas equivalentes de petróleo (equivalentes a 22,7% do consumo energético total do País). Cerca de 50% desse consumo correspondeu à utilização do óleo diesel em veículos comerciais leves, caminhões e ônibus.

No Brasil, as principais medidas adotadas foram o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – Proconve e a concessão de benefícios

fiscais à aquisição de veículos com motorização a álcool ou *flex fuel*.<sup>1</sup>

### 2. Proconve: implantação e evolução

Instituído pela Resolução 18/86 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama, o Proconve tem como principais objetivos a redução dos níveis de emissão de poluentes por veículos automotores, o desenvolvimento tecnológico nacional – tanto de motores quanto de equipamentos para ensaios – e a melhoria da qualidade dos combustíveis vendidos no mercado brasileiro. A criação do Proconve denota a preocupação existente com a crescente deterioração da qualidade do ar nos centros urbanos. Multidisciplinar, o programa conta com a participação de diversos ministérios, órgãos governamentais e associações das indústrias correlatas.

O texto de criação do Proconve estipula níveis máximos de emissões a serem obedecidos pelos automóveis leves lançados a partir de junho de 1988, que se tornariam progressivamente mais restritivos até o ano de 1997. Para os veículos pesados, o texto determinou a realização de estudos para o estabelecimento de limites de emissão. Foi apontada ainda a necessidade de criação de um programa para redução do teor de enxofre no óleo diesel.

O Registro Nacional de Transporte Rodoviário de Cargas – RNTRC da Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT aponta a existência de uma frota de cerca de 1,26 milhão de caminhões simples e tratores. Estimativas do Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos – Sindipeças indicam uma frota de 0,29 e 3,56 milhões de ônibus e comerciais leves, respectivamente.

Portanto, medidas de controle de emissões relacionadas à frota consumidora de diesel apresentam elevado potencial de ganhos ambientais. A partir de 1994, o Proconve começou a estabelecer padrões mais rígidos de emissão para os veículos pesados. Em outubro de 2002, a Resolução 315 do Conama consolidou as discussões, iniciadas em 2000, visando ao aprimoramento dos limites do Proconve e à definição de novas etapas.

Assim como a anterior, a Resolução 315 previa o suprimento de combustíveis adequados aos novos limites de emissão. Coube à Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP<sup>2</sup> a tarefa de especificar as diretrizes

\* Os autores agradecem a colaboração da economista Luciana Silvestre Pedro e da engenheira Priscila Branquinho das Dores, do BNDES, bem como do engenheiro Marco Antonio Saltini, da MAN Latin America.

<sup>1</sup> Motores que aceitam múltiplos combustíveis, usualmente álcool e gasolina.

<sup>2</sup> Autarquia federal vinculada ao Ministério de Minas e Energia, a ANP foi implantada pelo Decreto 2.455, de 14 de janeiro de 1998. É o órgão regulador das atividades que integram as indústrias do petróleo e gás natural e dos biocombustíveis no Brasil, e a responsável pela execução da política nacional para esses setores, de acordo com a Lei do Petróleo (Lei 9.478/1997).

Tabela 1. Limites de emissões para veículos pesados a diesel (g/kWh)

Proconve	Euro	CO	HC	NOx	MP	Vigência	Norma*
Fase 1 (P1)	Sem espec.	14**	3,5**	18**	-	1989-1993	Res.18/86
Fase 2 (P2)	Sem espec.	11,2	2,45	14,4	0,6**	1994-1995	Res. 8/93
Fase 3 (P3)	Euro 1	4,9	1,23	9	0,4 ou 0,7 (1)	1996-1999	Res. 8/93
Fase 4 (P4)	Euro 2	4	1,1	7	0,15	2000-2005	Res. 8/93
Fase 5 (P5)	Euro 3	2,1	0,66	5	0,1 ou 0,13(2)	2006-2008	Res. 315/02
<b>Fase 6 (P6)</b>	<b>Euro 4</b>	<b>1,5</b>	<b>0,46</b>	<b>3,5</b>	<b>0,02</b>	<b>2009-2012(3)</b>	<b>Res. 315/02</b>
Fase 7 (P7)	Euro 5	1,5	0,46	2	0,02	A partir de 2012	Res. 403/08

Fonte: Proconve.

\*Normas do Conama.

\*\* Sem exigência legal

(1) 0,70 para motores até 85 kW e 0,4 para motores com mais de 85 kW.

(2) Motores com cilindrada unitária inferior a 0,75 dm<sup>3</sup> e rotação a potencial nominal superior a 3.000 rpm.

(3) Não entrará em vigor na data prevista.

técnicas que norteariam a produção do diesel menos poluente.<sup>3</sup> A regulamentação só foi concluída em outubro de 2007.

As diferentes fases de implementação dos limites de emissões definidos pelo Proconve estão resumidas na Tabela 1.

Os membros da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – Anfavea condicionaram a implementação das soluções tecnológicas necessárias à adaptação dos veículos às novas normas a uma garantia de fornecimento de combustíveis adequados por parte da Petrobras. Por sua vez, a Petrobras alegou que o atraso na regulamentação inviabilizaria o fornecimento dos combustíveis adequados dentro dos prazos estipulados.

A indefinição foi prolongada até meados de 2008. O teor de enxofre no óleo diesel foi o principal entrave ao acordo entre as partes. A regulamentação Proconve P-6 estipulava a quantidade máxima de 50 ppm de enxofre no diesel. No entanto, a indústria alegou que motores adaptados ao padrão Euro 4 ou Euro 5 requerem combustíveis com concentração de enxofre

muito inferior àquela verificada no combustível produzido atualmente pela Petrobras. Até 2008, essa concentração variava de 500 a 1.800 ppm. Os combustíveis com altos teores de enxofre causam sérios problemas ao desempenho e à durabilidade dos catalisadores, essenciais para o alcance dos níveis de emissão estabelecidos.

No dia 29 de outubro de 2008, um Termo de Ajustamento de Conduta – TAC foi assinado pelas partes envolvidas. Nele, a Anfavea e seus membros, a ANP e a Petrobras comprometeram-se a adotar medidas para contornar os problemas observados. O TAC antecipou a entrada em vigor da fase P-7<sup>4</sup> do Proconve para janeiro de 2012 e estabeleceu um cronograma de medidas visando a uma transição entre as etapas P-5 e P-7. Anteriormente prevista para vigorar a partir de 2016, a fase P-7 corresponde à norma Euro 5.

Entre as medidas previstas, destaca-se a redução gradativa do teor de enxofre dos combustíveis ofertados pela Petrobras, conforme o cronograma a seguir. O descumprimento do acordo acarretará o pagamento de pesadas multas.

A Petrobras investirá cerca de US\$ 2 bilhões para adequar suas refinarias à produção do diesel S50.

Além disso, desde 2004, a empresa está investindo aproximadamente US\$ 4,5 bilhões na implantação de 14 unidades de hidrossulfurização em suas 11 refinarias.

A ANP regulamentou o combustível S10 em 24 de dezembro de 2008. O cronograma de abastecimento do S10 terá que ser obedecido sem atraso, uma vez que a utilização dos novos motores dependerá fundamentalmente da disponibilidade desse combustível.

A Anfavea afirma que até 2012 todos os veículos estarão adaptados tecnologicamente para atender à fase P-7. Com a melhoria das técnicas utilizada nos sistemas de injeção, que controlam a alimentação do combustível, tem sido possível melhorar a eficiência do processo de combustão e, conseqüentemente, reduzir as emissões de poluentes.

### 3. Impactos das normas sobre os motores

As taxas de emissão de poluentes são fortemente afetadas pela relação ar-combustível no processo de combustão. À medida que a mistura fica mais rica em combustível, a emissão de óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) diminui, mas as outras emissões aumentam consideravelmente. A melhor dosagem do combustível a ser introduzido na câmara de combustão e a melhor dispersão desse combustível no ar que alimenta

<sup>3</sup> O Parecer 328/2009, da Consultoria Jurídica do Ministério do Meio Ambiente – MMA, observa que é competência da ANP especificar os combustíveis comerciais, seguindo a Lei 9.478/97, art. 8º.

<sup>4</sup> A Resolução 403 de 2008 versa sobre a fase P-7.

Tabela 2. Prazo previsto para implantação dos novos combustíveis

Combustível* e datas	Local
<b>S-50 nas frotas cativas de ônibus urbanos</b>	
Jan. 2009	São Paulo e Rio de Janeiro (capitais)
Ago. 2009	Curitiba
Jan. 2010	Porto Alegre, Belo Horizonte, Salvador e Grade São Paulo
Jan. 2011	Regiões metropolitanas de Santos, Campinas, São José dos Campos e Estado do Rio de Janeiro
<b>S-50 em toda a frota</b>	
Maio 2009	Regiões metropolitanas de Belém, Fortaleza e Recife
<b>S-1800 no interior</b>	
Jan. 2009	Início de comercialização em substituição ao S-2000**
Jan. 2014	Substituição total do S-1800 pelo S-500
<b>S-10</b>	
Jan. 2012	Início da fase P-7 do Proconve
<b>B-5</b>	
Jul. 2009	Antecipação da aceitabilidade do teor de biodiesel de 5%, com previsão legal para 2013

Fonte: TAC.

\* Concentração mensurada em ppm de enxofre no diesel.

\*\* Essa substituição será gradativa, seguindo os seguintes parâmetros referentes ao ano de 2009:

2010 – 10% de substituição;

2011 – 19,2% de substituição;

2012 – 45,2% de substituição;

2013 – 59% de substituição;

2014 – 100% de substituição.

o motor, de modo que a queima se processe mais próxima das condições ideais, evitam a formação de subprodutos poluentes. Isso é feito por meio da utilização de válvulas de injeção de combustível que adéquam o volume injetado às necessidades do motor, monitoradas por meio de sensores de carga, rotação, temperatura, pressão etc.

Para atender aos novos padrões de emissões, os motores diesel sofreram diversas modificações. A inclusão de turbocompressores e resfriadores de ar nos motores naturalmente aspirados, além do gerenciamento eletrônico de todo o trem de força do veículo, ajudou a melhorar tanto o consumo de combustível quanto o desempenho e diminuiu as emissões do escapamento. A eletrônica permitiu que motores e transmissões pudessem ser programados para reduzir as trocas de marcha, mantendo os motores em rotação dentro de uma faixa econômica, sem perda de desempenho. Sistemas eletrônicos de tração e frenagem garantiram maior segurança, confiabilidade e desempenho.

Nos caminhões naturalmente aspirados não havia controle da quantidade e da temperatura da massa de ar admitida na câmara

de combustão, o que resultava em valores elevados para as emissões de todos os poluentes. Para aumentar e controlar a massa de ar admitida nas câmaras de combustão, os motores passaram a ser equipados com turbocompressores. Dessa forma, pôde-se controlar melhor a relação ar-combustível. No entanto, por causa das altas temperaturas decorrentes do aumento da taxa de compressão, os motores equipados com turbocompressores ainda geravam um alto nível de emissões de  $\text{NO}_x$ .

Para atender às exigências da fase Proconve P4 (Euro 2), os motores turboalimentados passaram a contar com sistemas de pós-arrefecimento. Para baixar a temperatura do ar admitido nas câmaras, foi incorporado um resfriador de ar entre a turbina e o coletor de admissão, reduzindo assim o nível de  $\text{NO}_x$ .

Toda a tecnologia para admissão de ar já empregada até o nível Euro 2 não se mostrava suficiente para atendimento dos novos níveis de emissão. Dessa forma, para cumprir as exigências das normas Euro 3 e da Fase 5 do Proconve, surgiu a necessidade de melhor controle da injeção de combustível. As bombas injetoras de atuação mecânica foram substituídas por sistemas eletrônicos

a fim de otimizar a relação e o tempo de injeção. As pressões de injeção chegam a 1.600 bars.

Para cumprimento das exigências da Euro 3, era internacionalmente recomendada a utilização de óleo diesel com teores máximos de enxofre de 300 mg/kg (300 ppm). No Brasil, essa tecnologia foi viabilizada com teores de enxofre de 500 mg/kg (500 ppm) e, mesmo em condições mais extremas, com teores de enxofre de até 2.000 mg/kg (2.000 ppm), com pequenas diferenças na calibração dos motores.

Para que a redução da emissão de poluentes atinja os limites exigidos pela Fase 6 do Proconve (Euro 5), torna-se necessário não apenas aumentar as pressões de injeção, como também viabilizar o uso de pós-tratamento de gases. Os sistemas Exhaust Gas Recirculation – EGR e Selective Catalytic Reduction – SCR são as duas tecnologias mundialmente utilizadas.

Com a estratégia EGR, busca-se a redução das emissões de  $\text{NO}_x$  por meio da recirculação dos gases de escapamento na câmara de combustão. Essa recirculação é comandada por uma válvula controlada eletronicamente, e os gases devem ser resfriados antes da mistura. Normalmente, o uso do EGR

está associado à utilização de um filtro de partículas e de um catalisador de oxidação, visando reduzir as emissões de materiais particulados.

A estratégia SCR busca reduzir as emissões de materiais particulados e de NO<sub>x</sub> fora do motor, por meio de um processo de redução catalítica que utiliza um aditivo à base de uréia. A utilização desse aditivo requer a implementação de um sistema produtivo e logístico capaz de assegurar seu fornecimento em todo o território nacional.

Ambas as tecnologias devem ser utilizadas em motores que possuam um sistema de autodiagnose denominado *On Board Diagnosis* – OBD, que monitora constantemente a integridade dos sensores e atuadores do motor e também o nível real de emissões do motor durante a operação. No caso de falha ou desvio acima dos parâmetros preestabelecidos, o sistema atua no motor, reduzindo o torque, avisando e registrando a ocorrência.

No entanto, para garantir os requisitos de eficiência e durabilidade desses sistemas de tratamento de gases de escape, é importante que os motores utilizem um combustível apropriado, principalmente com relação aos teores de enxofre, que devem ser inferiores a 10 mg/kg (10 ppm) para não haver dano no sistema de pós-tratamento. Além disso, outras características importantes do óleo diesel (número de cetanos mínimo de 48, concentração de poliaromáticos etc.) devem ser monitoradas. Segundo os fabricantes, o uso de óleo diesel com teores de enxofre de 50 mg/kg (50 ppm), tal como acordado no TAC de outubro de 2008, não é recomendável, porém é tolerável.

#### 4. Conclusões

A partir dos anos 1980, as restrições ambientais passaram a direcionar o desenvolvimento tecnológico do setor automotivo brasileiro. Segundo dados da Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles – OICA (Organização Internacional da Indústria Automobilística), o Brasil ostentava, em 2008, a sexta posição entre os produtores de veículos comerciais, exportando parte significativa dessa produção. Logo, além de investimentos na adequação ao padrão de emissões estipulado para o mercado interno, a estrutura produtiva da indústria automotiva brasileira precisa atender aos requisitos dos diversos mercados para os quais os veículos são exportados.

O BNDES financia o desenvolvimento de novos motores, adequados às exigências da legislação ambiental. A concepção e o desenvolvimento de novos motores são apoiados pelo BNDES Proengenharia, que financia os custos e as despesas diretas associadas às atividades de engenharia de projeto, desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos e processos, realizadas em território nacional. São financiáveis, entre outros custos e despesas diretas, as obras civis, montagens e instalações; as aquisições de máquinas e equipamentos nacionais (cadastrados no BNDES); mão de obra e materiais; a realização de testes e ensaios; o registro de patentes no Brasil e no exterior; a aquisição de *softwares* desenvolvidos no País e serviços correlatos (obedecidos os critérios estabelecidos no Programa BNDES Prosoft – Comercialização) e a importação de equipamentos novos sem similar nacional.

Até outubro de 2009, já haviam sido enquadrados no BNDES quatro pedidos de financiamento no âmbito do BNDES Proengenharia, com montante total estimado em cerca de R\$ 297 milhões destinados à adaptação de motores diesel e veículos comerciais produzidos no Brasil às novas exigências da Fase 7 do Proconve.

Os investimentos necessários à adequação do óleo diesel produzido no Brasil às exigências do Proconve P-7 também contam com o apoio do BNDES.

A Refinaria Abreu e Lima, com capacidade para processar 230 mil barris de petróleo por dia, está sendo construída pela Petrobras em Pernambuco; o início da operação está previsto para o segundo semestre de 2011. A nova unidade estará preparada para processar 100% de petróleo pesado (petróleo com menor grau API e que, geralmente, apresenta maior teor de enxofre), produzindo derivados de baixo teor de enxofre. Seu *mix* de produtos deverá ser concentrado na produção de óleo diesel (65%), com especificação de até 50 ppm de enxofre, podendo chegar a produzir diesel com 5 ppm de enxofre. O valor total do apoio do BNDES ao novo empreendimento é estimado em R\$ 9,9 bilhões.

Além da implantação da nova refinaria, o BNDES apoia um plano de investimentos em qualidade de produtos (inclusive diesel) que está sendo implementado pela Petrobras, nas Refinarias RPBC, Replan, Repar, Recap, RLAM, Regap e Reduc. O montante previsto para o apoio do Banco em 2009 é de cerca de R\$ 3,8 bilhões.

---

Elaborado pelo Departamento de Indústria Pesada

Equipe responsável:

Paulo Castor de Castro  
Tiago Toledo Ferreira

---

Editado pelo Departamento de Divulgação



Ministério do  
Desenvolvimento, Indústria  
e Comércio Exterior

