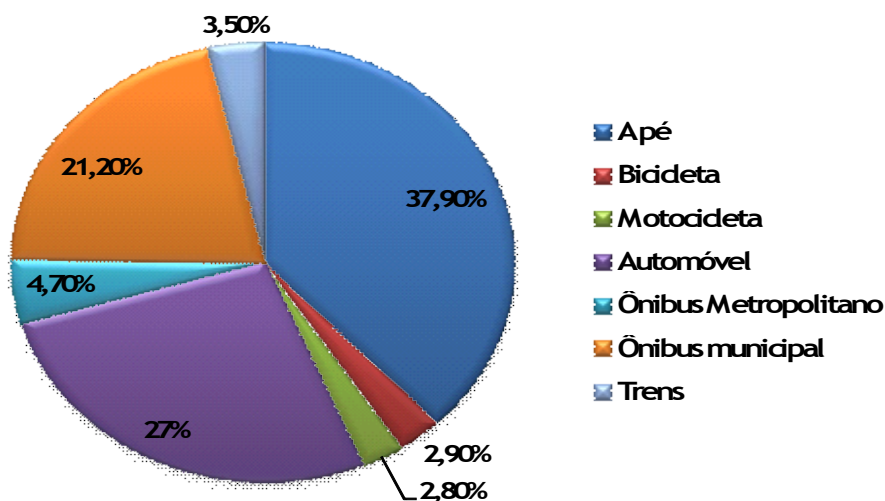


PROCONVE: PROGRAMA DE CONTROLE DE POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS AUTOMOTORES

Em um momento em que os cenários de crescimento trazem projeções otimistas para a maior parte dos segmentos da economia brasileira, o setor de transportes experimenta novos rumos, com modais disputando territórios e fatias do mercado de movimentação de cargas e passageiros. Contudo, os problemas decorrentes da expansão da frota e das emissões atmosféricas, sobretudo nas grandes cidades, tem demandado a contínua melhoria da qualidade dos combustíveis e da tecnologia dos veículos, além de soluções de mobilidade urbana, que constituem um conjunto de medidas necessárias ao alcance e manutenção de padrões de qualidade do ar compatíveis com a proteção da saúde das populações expostas.

Nesse plano de análise tem destaque o setor de transporte rodoviário. Segundo dados da Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT (2010), o transporte rodoviário interestadual e internacional de passageiros no Brasil - um serviço público essencial - é responsável por uma movimentação superior a 140 milhões de usuários/ano (quase 95% do total dos deslocamentos realizados no país). Na esfera do transporte urbano e interurbano de passageiros, dados da ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos de 2008 mostram que nas cidades brasileiras com mais de 60 000 habitantes, cerca de 56% das viagens são feitas por meio rodoviário, sendo o transporte por ônibus (urbanos e metropolitanos) responsável por 26%, contra 30% da motorização individual (carros e motos).

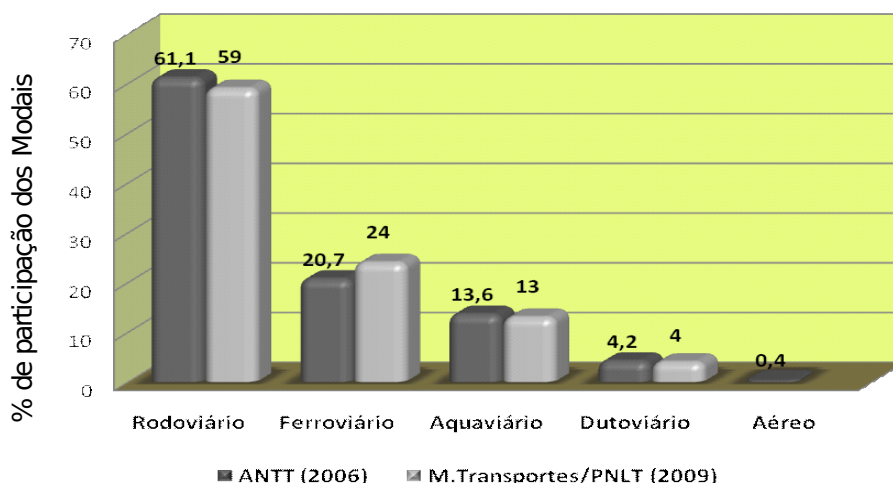


Modos de deslocamento nas cidades brasileiras com população superior a 60.000 habitantes (Fonte: ANTP)

A movimentação de cargas no país ainda é prioritariamente dependente do transporte rodoviário. Mesmo que os números tenham pequenas diferenças entre si, a participação porcentual do transporte rodoviário está entre 61,1% (ANTT, 2006) e 59%, segundo o Ministério dos Transportes em seu PNLT - Plano Nacional de Logística de Transportes. Para ambas instituições o modal ferroviário contribui com algo entre 20,7 e 24% da carga transportada, contra cerca de 13% do hidroviário, 4% do dutoviário e 0,4% do aeroviário .

As crescentes taxas de urbanização, a deficiência de políticas públicas de transporte em massa, a retomada do crescimento econômico, inclusive com incentivos à produção e consumo de veículos, têm implicado num aumento expressivo da motorização individual (automóveis e motocicletas) e apontam para cenários futuros de forte expansão dessa frota. O mesmo vale para a frota de veículos pesados. Nesse ponto, assimetrias profundas se observam também no transporte de cargas, cuja logística baseada prioritariamente no transporte por caminhões, relega a planos de menor expressão modais como o ferroviário e o aquaviário (incluindo o de cabotagem), de grande eficiência na distribuição de mercadorias e bens em um país com dimensões continentais como o Brasil.

Matriz do transporte de cargas no Brasil



Porcentual relativo da participação dos diferentes modais no transporte de cargas no Brasil (ANTT, 2006; Ministério dos Transportes, 2009)

Os números crescentes da frota no país e as sabidas condições precárias de sua manutenção mostravam que desde os anos 80, e principalmente na última década, tornava-se determinante reduzir os níveis de emissão dos principais poluentes veiculares, entre eles o monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx), hidrocarbonetos (HC), material particulado (MP), aldeídos (CHO), óxidos de enxofre (SOx) e compostos de chumbo (Pb)¹. Inclui-se aí o dióxido de carbono (CO₂) que, embora não seja considerado um poluente devido à sua baixa toxicidade, deve ser levado em consideração, pois compõe os gases que contribuem para o efeito estufa.

Assim, em 06 de maio de 1986, a Resolução nº 18 do CONAMA criou o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE, coordenado pelo IBAMA, e que veio definir os primeiros limites de emissão para veículos leves, e contribuir para o atendimento aos Padrões de Qualidade do Ar instituídos pelo PRONAR. Em 28 de outubro de 1993 a lei nº 8.723 endossou a obrigatoriedade de reduzir os níveis de emissão dos poluentes de origem veicular, contribuindo para induzir o desenvolvimento tecnológico dos fabricantes de combustíveis, motores e autopeças, e permitindo que veículos nacionais e importados, passassem a atender aos limites estabelecidos.

O cumprimento dessas exigências é aferido por meio de ensaios padronizados em dinamômetro e com “combustíveis de referência”. Além disso, o PROCONVE também impõe a certificação de protótipos e o acompanhamento estatístico em veículos na fase de produção (ensaios de produção), a autorização do IBAMA para uso de combustíveis alternativos, o recolhimento ou reparo de veículos e motores encontrados em desconformidade com a produção ou projeto, e a proibição da comercialização de modelos de veículos não homologados.

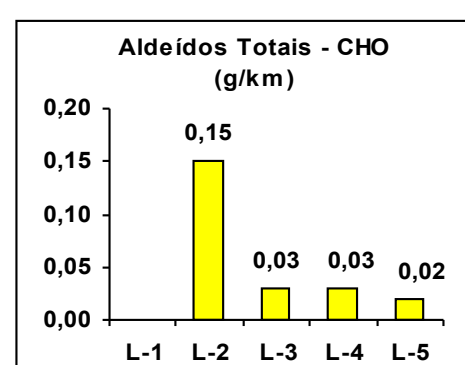
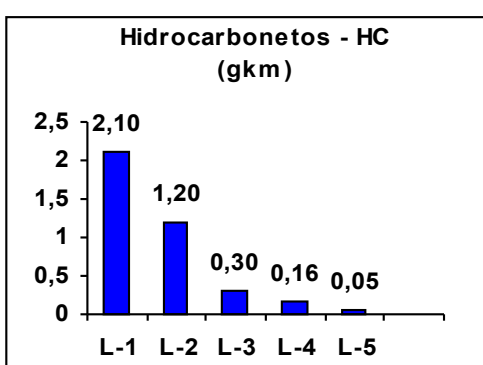
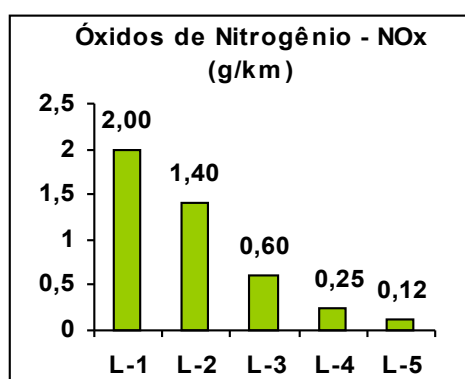
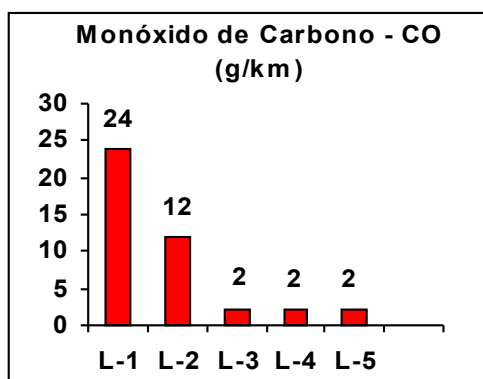
A homologação de protótipos é, de fato, o maior sustentáculo do PROCONVE, e faz com que as montadoras apliquem conceitos de projetos que assegurem um baixo potencial poluidor aos veículos novos, e uma taxa de deterioração das emissões ao longo de sua vida útil tão baixa quanto possível. Outro ponto importante a ressaltar é que o controle pelo Programa se dá a partir da classificação dos veículos em razão de seu Peso Bruto Total - PBT, sendo que as fases caracterizadas por "L" para veículos leves e "P" para veículos pesados, vem sendo implantadas segundo cronogramas diferenciados.

1- Os limites máximos de emissão dos compostos de chumbo (Pb) não são regulamentados no Brasil, em função de ter sido abolido o uso do chumbo tetraetila como aditivo da gasolina na década de 80.

Estratégia de implantação do PROCONVE para veículos leves (Fases "L")

Fase	Implantação	Característica / inovação
Fase L-1	1988-1991	Caracterizada pela eliminação dos modelos mais poluentes e aprimoramento dos projetos dos modelos já em produção. Iniciou-se também nesta fase o controle das emissões evaporativas. As principais inovações tecnológicas que ocorreram nesta fase foram: reciclagem dos gases de escapamento para controle das emissões de NO _x ; injeção secundária do ar no coletor de exaustão para o controle de CO e HC; implantação de amortecedor da borboleta do carburador para controle do HC e a otimização do avanço da ignição.
Fase L-2	1992-1996	A partir dos limites verificados na Resolução CONAMA 18 de 1986, nessa fase investiu-se na adequação de catalisadores e sistemas de injeção eletrônica para uso com mistura de etanol, em proporção única no mundo. As principais inovações nos veículos foram a injeção eletrônica, os carburadores assistidos eletronicamente e os conversores catalíticos. Em 1994 iniciou-se o controle de ruído dos veículos.
Fase L-3	1997-2004	Em face da exigência de atender aos limites estabelecidos a partir de 1º de janeiro de 1997 (Resolução CONAMA 15 de 1995), ocorreram reduções bastante significativas em relação aos limites anteriores, e o fabricante/importador empregou, conjuntamente, as melhores tecnologias disponíveis para a formação de mistura e controle eletrônico do motor como, por exemplo, o sensor de oxigênio (denominado "sonda lambda").
Fase L-4	2005-2008	Tendo como referência a Resolução CONAMA Nº 315 de 2002, a prioridade nesta fase que teve início no ano de 2005 é a redução das emissões de HC e NO _x , (substâncias precursoras de Ozônio). Para o atendimento desta fase, se deu o desenvolvimento de motores com novas tecnologias como a otimização da geometria da câmara de combustão e dos bicos de injeção, o aumento da pressão da bomba injetora e a injeção eletrônica.
Fase L-5	2009-2013	Com os limites de emissão da Resolução CONAMA Nº 315 de 2002, da mesma forma que na fase L-4, a prioridade na fase L-5 é a redução das emissões de HC e NO. De maneira análoga à fase L-4, as inovações tecnológicas se deram na otimização da geometria da câmara de combustão e dos bicos, o aumento da pressão da bomba injetora e a injeção eletrônica. Nesta fase deu-se a redução de 31% das emissões de hidrocarbonetos não-metano para os veículos leves do ciclo Otto e de 48% e 42% para as emissões de NO _x para os veículos leves do ciclo Otto e Diesel, respectivamente. Além disso, as emissões de aldeídos foram reduzidas em, aproximadamente, 67% para os veículos do ciclo Otto.

No que trata dos limites de emissão para veículos leves, os gráficos a seguir sintetizam sua evolução em cada fase já implantada ou em andamento.



Evolução dos limites de CO, HC, NOx e CHO para veículos leves (Fases PROCONVE -L)

VEÍCULOS LEVES COMERCIAIS

Com o aumento significativo da frota de veículos leves comerciais, o PROCONVE também se voltou para esse segmento. A Resolução do Conama nº 15, de 13 de dezembro de 1995, fixou então limites máximos de emissões para *vans* e *pick-ups*.

Limites de emissão para veículos leves comerciais, em vigor a partir de 01/01/1998.

Poluentes	Limites	
	Veículos com massa específica até 1.700 kg	Veículos com massa específica acima de 1.700 kg
Monóxido de carbono (CO g/km)	2,0	6,2
Hidrocarbonetos (HC g/km)	0,3	0,5
Óxidos de nitrogênio (NOx g/km)	0,6	1,4
Material particulado (MP** g/km)	0,128	0,16
Aldeídos (CHO* g/km)	0,03	0,06
* exceto para veículos com motores do ciclo diesel.		
** exceto para veículos com motores do ciclo Otto.		

Em 2009, o CONAMA, ao aprovar a Resolução nº 415, introduziu a Fase - L6 que entrará em vigor em 2013. L6 estabelece, basicamente, novos limites máximos para a emissão de escapamento de veículos automotores leves novos de passageiros de massa menor ou igual a 1.700 Kg e veículos leves comerciais com massa superior a 1.700 Kg. Ambas as categorias são para uso rodoviário, e contemplam tanto veículos do ciclo Otto quanto Diesel. Para o futuro ainda está prevista a introdução de catalisadores de oxidação, de filtro de particulados e de recirculação de gases.

Síntese dos requisitos da fase L6 do PROCONVE e comparação com L5 (Fonte: ANFAVEA)

Categ.	Comb. ⁽⁷⁾	Modelo	Classif.	Fase	Data Aplicação	Limites de Emissões							Durab. Emissões ⁽⁶⁾ (km)	
						CO (g/km)	HC (g/km)	NMHC (g/km)	NOx (g/km)	CHO ⁽²⁾ (g/km)	M.P. ⁽³⁾ (g/km)	EVAP ⁽²⁾ (g/teste)		CO ⁽²⁾ (%)
						Ciclo NBR-6601								SHED
Veículos Leves (PBT ≤ 3.856 kg e MOM ≤ 2.720 kg)	Gasolina (E22), Etanol (E100), Diesel ⁽⁴⁾ or GNV	Automóveis	L5	1/1/2009	2,0	0,30 ⁽¹⁾	0,05	0,12 ⁽²⁾ or 0,25 ⁽³⁾	0,02	0,05	2,0	0,5	80.000	
			L6	- Veículos Diesel: 1/1/2013 - Veículos Otto: NM: 1/1/2014 TM: 1/1/2015	1,30	0,30 ⁽¹⁾	0,05	0,08	0,02	0,025	1,5 ⁽⁵⁾	0,2	80.000	
	Veículos Comerciais Leves & Off-Road	MVE < 1.700 kg	L5	1/1/2009	2,0	0,30 ⁽¹⁾	0,05	0,12 ⁽²⁾ or 0,25 ⁽³⁾	0,02	0,05	2,0	0,5	80.000	
			L6	- Veículos Diesel: 1/1/2013 - Veículos Otto: NM: 1/1/2014 TM: 1/1/2015	1,30	0,30 ⁽¹⁾	0,05	0,08	0,02	0,030	1,5 ⁽⁵⁾	0,2	80.000	
		MVE > 1.700 kg	L5	1/1/2009	2,7	0,50 ⁽¹⁾	0,06	0,25 ⁽²⁾ or 0,43 ⁽³⁾	0,04	0,06	2,0	0,5	80.000	
			L6	- Veículos Diesel: 1/1/2013 - Veículos Otto: NM: 1/1/2014 TM: 1/1/2015	2,0	0,50 ⁽¹⁾	0,06	0,25 ⁽²⁾ or 0,35 ⁽³⁾	0,03	0,040	1,5 ⁽⁵⁾	0,2	80.000	

Legenda: (1) - Somente para veículos movidos a GNV; (2) - Somente para veículos movidos a gasolina ou etanol; (3) - Somente para veículos movidos a diesel; (4) - Atualmente, automóveis diesel não são permitidos no Brasil; (5) - A partir de 1/1/2012, estes limites são exigidos para os novos modelos (novas homologações); (6) - Para menos de 15.000 unidades por ano é aceito a aplicação de 10% de DF para todos os poluentes; (7) - Para veículos Flex Fuel é necessário testar com E22, E100 e 50% E22 + 50% E100;

MVE = Massa do Veículo para Ensaio (= MOM + 136 kg);
MOM = Massa em Ordem de Marcha;
PBT = Peso Bruto Total;
Gasolina E22 = Gasolina misturada com 22% de etanol;
Etanol E100 = 100% Etanol Hidratado;
GNV = Gás Natural;

VEÍCULOS PESADOS

Verifica-se uma constante preocupação em relação aos veículos com massa total máxima maior que 3.856kg, ou massa do veículo em ordem de marcha maior que 2.720kg (veículos pesados de transporte de passageiros e/ou carga), uma vez que são os principais emissores de material particulado e óxidos de nitrogênio. Para tanto, a Resolução do CONAMA nº 18/86 deu, assim, os primeiros encaminhamentos para o controle da emissão de veículos a diesel.

Estratégia de implantação do PROCONVE para veículos pesados (Fases "P")

Fase	Implantação	Característica / inovação
P-1 e P-2	1990-1993	Já em 1990 estavam sendo produzidos motores com níveis de emissão menores que aqueles que seriam requeridos em 1993 (ano em que teve início o controle de emissão para veículos deste tipo com a introdução das fases P-1 e P-2). Nesse período, os limites para emissão gasosa (fase P-1) e material particulado (fase P-2) não foram exigidos legalmente.
P-3	1994-1997	O desenvolvimento de novos modelos de motores visaram a redução do consumo de combustível, aumento da potência e redução das emissões de óxidos de nitrogênio (NOx) por meio da adoção de <i>intercooler</i> e motores turbo. Nesta fase se deu uma redução drástica das emissões de CO (43%) e HC (50%).
P-4	1998-2002	Reduziu ainda mais os limites criados pela fase P-3.
P-5	2003-2008	Teve como objetivo a redução de emissões de material particulado (MP), NO _x e HC.
P-6	2009-2011	Em janeiro de 2009 deveria ter se dado o início à fase P-6, conforme Resolução CONAMA nº 315/2002, e cujo objetivo principal, assim como na fase cinco, era a redução de emissões de material particulado (MP), NO _x e HC.

Evolução dos limites de emissão para veículos pesados (Fases "P" do PROCONVE)

Poluentes / limites de emissão				
Fase	CO	HC	NOx	MP
P-1	14,00*	3,50*	18,00*	xxx*
P-2	11,20	2,45	14,40	0,60*
P-3	4,90	1,23	9,00	0,40
P-4	4,00	1,10	7,00	0,15
P-5	2,1	0,66	5,00	0,10
P-6	1,5	0,46	3,5	0,02

*Emissões gasosas (fase P-1) e MP (fase P-2) não foram exigidos legalmente (Fonte: IBAMA)

Ainda que o marco normativo estivesse estabelecido na resolução CONAMA nº 315/2002, a fase P-6 não foi implantada na data prevista, em razão de atrasos na especificação do combustível (diesel) a ser comercializado no interior e nas regiões metropolitanas, e conseqüente inviabilização da produção de combustíveis e de inovações tecnológicas de motores.

A redução da concentração de enxofre presente no combustível constituía condição *sine qua non* para o atendimento dos limites estabelecidos na fase P-6, vez que a formação de compostos de enxofre na combustão contribui para o denominado "envenenamento" do catalisador, não propiciando o bom funcionamento do mesmo na redução das emissões de NOx e HC. Desta forma, procedeu-se em 2005 à especificação do diesel em 2.000 ppm (partes por milhão) de enxofre como limite máximo para este combustível a ser comercializado no interior (denominado "diesel S 2000") e de 500 ppm de enxofre para o diesel comercializado nas regiões metropolitanas (denominado "diesel S 500"). Isso propiciou uma redução expressiva das emissões de enxofre nestes últimos anos, com a concentração de enxofre no diesel passando de 13.000 ppm para 500 ppm.

Por força da Resolução 315, que não foi cumprida, em 1º de janeiro de 2009 a fase P-6 deveria ter início com diesel S 500" a ser distribuído no interior, e "diesel S 50" nas regiões metropolitanas.

Uma vez estabelecido o impasse, em novembro de 2008, o CONAMA, por meio da Resolução nº 403, aprovou uma nova fase (P-7), para veículos pesados, com limites ainda mais rígidos de emissão, e que entrará em vigor em 1º de janeiro de 2012. Essa fase implicará na disponibilização ao mercado de um óleo diesel com teor aproximado de 10 ppm de enxofre.

Pelo cronograma em vigor, as indústrias automobilísticas e de combustíveis têm até 2016 para se adaptarem às novas normas técnicas, disponibilizando no mercado brasileiro diesel e motores nos padrões que já são adotados na Europa; onde os veículos movidos a diesel emitem uma quantidade de enxofre até 200 vezes menor do que é lançado pelos ônibus e caminhões brasileiros. Com a mudança que cria a fase P-7 a expectativa é de redução ainda maior das emissões.

Limites de emissão em g/kWh da fase P-7 (Resolução CONAMA 403/2008)

Poluentes / limites de emissão							
	NOx	HC	CO	CH4(2)	MP	NMHC	Opacidade (m-1)
Ensaio ESC(4)/ELR(5)	2,00	0,46	1,50	N.A.	0,02	N.A.	0,50
Ensaio ETC(1)	2,00	N.A.	4,00	1,10	0,03(3)	0,55	N.A.

(1)Ciclo E.T.C. - denominado Ciclo Europeu em Regime Transiente - ciclo de ensaio que consiste de mil e oitocentos modos transientes, segundo a segundo, simulando condições reais de uso. Motores a gás são ensaiados somente neste ciclo.

(2)Somente motores a gás são submetidos a este limite.

(3)Motores a gás não são submetidos a este limite.

(4) Ciclo E. S. C - denominado Ciclo Europeu em Regime Constante - consiste de um ciclo de ensaio com 13 modos de operação em regime constante;

(5) Ciclo E.L.R. - denominado Ciclo Europeu de Resposta em Carga - ciclo de ensaio que consiste numa sequencia de quatro patamares a rotações constantes e cargas crescentes de dez a cem por cento, para determinação da opacidade da emissão de escapamento.

Passados 23 anos de sua criação, os resultados alcançados pelo PROCONVE mostram que a estratégia para sua implantação foi acertada, e seu êxito se deve a adoção de fases cada vez mais restritivas credenciando-o como um dos programas mais bem sucedidos em termos de políticas para o setor ambiental.

Em 1986 os veículos leves emitiam, em média, cerca de 50g/Km de CO (seu principal poluente). Já na sua primeira fase, definiu-se pela redução em 50 % dessa concentração em metade veículos novos fabricados no país. Em um outro avanço em 1989, alcançou-se uma redução ainda mais drástica, então englobando a totalidade dos veículos leves novos, passando o limite de emissão de CO para 12g/km. A nova fase que deverá entrar em vigor em 2013 reduzirá ainda mais esse limite para 1,3 g de CO por km rodado.

Desde o início das exigências para os veículos pesados, as reduções foram da ordem de 80 %, o que trouxe grandes benefícios para o ar das regiões metropolitanas, detentoras de grandes frotas de ônibus e caminhões. Os destaques tecnológicos decorrentes do Programa se deram através da introdução nos veículos de catalisador, injeção eletrônica de combustível e melhorias nos combustíveis automotivos.

A continuidade e o sucesso do Programa têm agora que se voltar para a identificação real dos ganhos para o ambiente, traçando uma correlação clara entre a definição de novas fases tecnológicas e de restrição das emissões, com o monitoramento da qualidade do ar nas grandes cidades brasileiras.