



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

Relatório Final

Ciclo 2016-2021

---

Maio de 2021

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA



MINISTÉRIO DO  
MEIO AMBIENTE



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

Acordo de Cooperação Técnica nº 001/2016

# Relatório Final

Brasília

Maio de 2021

# Representantes do CT-CB

---

## **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (COORDENAÇÃO COMITÊ GESTOR)**

MARISA MAIA DE BARROS

PEDRO HENRIQUE MILHOMEM COUTINHO

## **PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. – PETROBRAS (COORDENAÇÃO EXECUTIVA)**

CARLOS VINICIUS COSTA MASSA

FREDERICO GUILHERME DA COSTA KREMER

PEDRO CAFFARO VICENTINI

## **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**

VANESSA CEZARIO FELIX

CAYSSA PERES MARCONDES

## **AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP)**

CELMA DA SILVA ANASTACIO ROCCO

ALEX MEDEIROS

## **INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA)**

GILBERTO WERNECK CAPISTRANO FILHO

MARCIO BERALDO VELOSO

## **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA (AEA)**

EDSON ORIKASSA

SIDNEY OLIVEIRA B. JUNIOR

## **INTRODUÇÃO**

O Programa Brasileiro de Combustíveis, Tecnologias Veiculares e Emissões – PCVE foi realizado por meio do apoio institucional a projetos e estudos a partir do Acordo de Cooperação Técnica nº 001/2016, celebrado entre a União, representada pelo Ministério de Minas e Energia e pelo Ministério do Meio Ambiente, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, a Petróleo Brasileiro S.A. e a Associação Brasileira de Engenharia Automotiva, cujo prazo de vigência se encerrou em 3/5/2021.

## **OBJETIVO**

O objeto do PCVE, conforme consta na cláusula primeira do Acordo, consistiu na realização do programa por meio de estudos relativos à influência dos combustíveis e das tecnologias veiculares da frota brasileira nas emissões atmosféricas, bem como o levantamento de dados e informação científica, o aprimoramento do monitoramento e modelagem da qualidade do ar.

## **CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROGRAMA**

As principais motivações para a assinatura do Acordo foram embasadas na agenda das políticas públicas e nos interesses da sociedade, dentre as quais destacamos:

- a repercussão nas emissões veiculares, e essas na qualidade do ar, principalmente dos grandes centros urbanos;
- a influência da tecnologia veicular e a da composição dos combustíveis na emissão de poluentes;
- as peculiaridades da frota brasileira, dos combustíveis nacionais e do ambiente urbano do País;
- os avanços na legislação ambiental;
- os prazos, limites máximos de emissão e o estabelecimento de exigências tecnológicas para veículos automotores, nacionais e importados pelo Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve); e
- a necessidade de estímulo de estudos que relacionam as tecnologias veiculares e as características dos combustíveis nacionais à qualidade do ar, bem como as metodologias para a previsão e avaliação dos efeitos da legislação ambiental e a importância, que as pesquisas sobre emissões veiculares e qualidade do ar sejam embasadas em estudos técnicos realizados de forma imparcial e integradas com os diversos segmentos da indústria e entes públicos.

A realização conjunta do ACORDO, conforme registrado em seu Plano de Trabalho, teve por finalidade propiciar:

- ao MME, obter informações relevantes sobre combustíveis e lubrificantes para aplicação automotiva no mercado nacional, de maneira a prover o governo de ferramentas para a definição de diretrizes e políticas de abastecimento de combustíveis no País;
- ao MMA, obter informações que possibilitem o aperfeiçoamento da condução das políticas públicas voltadas para o controle da poluição, a regulamentação das emissões de poluentes e a melhoria na qualidade do ar;

- à ANP, obter informações relevantes para a realização de suas atribuições legais, com vistas à melhoria da qualidade regulatória dos combustíveis, considerando perspectivas ambientais, entre outras;
- ao Ibama, obter informações que possibilitem respaldar a elaboração de propostas de políticas públicas, neste ato voltada para a redução de poluição do ar causada por veículos automotores;
- à Petrobras, obter informações relevantes que venham a orientar, de forma consistente, as necessidades de melhoria da qualidade dos combustíveis, considerando as especificidades do mercado brasileiro;
- à AEA, obter conhecimento, cooperando com o desenvolvimento do setor automobilístico, visando à melhoria da qualidade do ar;

Durante os 5 anos de vigência, de 2016 a 2021, na carteira de projetos do programa, foram acompanhados 6 projetos, dos quais 3 foram concluídos e 3 estão em andamento, listados a seguir e detalhado no relatório da coordenação executiva em anexo:

Projeto	Objetivo	Status
Avaliação de Cenários e Impactos Resultantes do Uso de Diferentes Tipos de Combustíveis e Tecnologias de Motores e Veículos Sobre a Qualidade do Ar nas Principais Regiões Metropolitanas Brasileiras	Avaliar o efeito dos combustíveis e tecnologias veiculares na qualidade do ar utilizando modelagem atmosférica	Concluído
Avaliação dos efeitos de formulações de óleo diesel S10B10 e S500B10 e outras misturas nas emissões legisladas, não legisladas e no desempenho de motores e veículos do ciclo Diesel	Determinar a influência nas emissões legisladas e não legisladas ocasionada pelo aumento do teor de biodiesel no óleo diesel	Concluído
Avaliação do Impacto das Emissões Veiculares com diferentes combustíveis na qualidade do ar utilizando um laboratório móvel, no âmbito do Acordo PCVE	Aprimorar modelo com dados de um laboratório móvel, montado para aumentar cobertura do monitoramento da qualidade do ar	Concluído
Desenvolvimento de Ônibus Bioelétrico Multicombustível	Desenvolvimento de um ônibus elétrico não plug-in movido a etanol, biogás, biodiesel/diesel ou GNV, que atenda às necessidades de transportes das cidades, reduza as emissões de GEE e poluentes e utilize a rede de abastecimento já instalada no país, sem	Em andamento.

	custos adicionais de infraestrutura	
Especiação de Hidrocarbonetos em Emissões Veiculares	Determinar a composição e reatividade atmosférica típicas da emissão de hidrocarbonetos por veículos flexfuel abastecidos com gasolina e etanol.	Em andamento
Avaliação do efeito do teor de enxofre na gasolina para as emissões da futura fase L8 do PROCONVE	Determinar a influência o efeito dos teores de enxofre de 50 ppm e 10 ppm na gasolina para as futuras tecnologias para atendimento dos limites de emissões da fase L8 do Proconve	Em andamento

Os resultados e os registros das reuniões estão disponíveis para consulta dos interessados no site do programa na página eletrônica do MME.

Dessa forma, observa-se que a execução do PCVE e o apoio institucional dado aos projetos que constaram em sua carteira estiveram alinhados com as atribuições legais dos participantes, que destacamos conforme transcrito a seguir:

- MME: articular-se com agências reguladoras, entidades públicas vinculadas ao Ministério, concessionárias públicas e privadas e demais entidades dos setores de petróleo, gás natural e biocombustíveis e orientá-las quanto às políticas aprovadas, e monitorar e estimular atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, nos setores de petróleo, gás natural e biocombustíveis, inclusive quanto ao aproveitamento de fontes não convencionais de hidrocarbonetos;
- MMA: coordenar a Política Nacional de Meio Ambiente e sua execução, inclusive no que diz respeito à regulamentação das emissões atmosféricas, à prevenção e ao controle da poluição por veículos automotores;
- ANP: especificar a qualidade dos derivados de petróleo, gás natural e seus derivados e dos biocombustíveis, com fundamento em conhecimento técnico consistente sobre os impactos ambientais decorrentes da utilização dos combustíveis no mercado nacional;
- Ibama: executar a Política Nacional do Meio Ambiente no que lhe confere a legislação, neste ato relacionado ao controle das emissões de gases poluentes emitidos por veículos e máquinas;
- Petrobras: atuar de forma segura e rentável, com responsabilidade social e ambiental, nos mercados nacional e internacional, fornecendo produtos e serviços adequados às necessidades dos clientes e contribuindo para o desenvolvimento do Brasil e dos países onde atua;

- AEA: coordenar a discussão dos temas envolvendo a engenharia automotiva de forma imparcial e independente, embasando contribuindo tecnicamente com propostas de políticas públicas, normas e legislações.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em suma, o PCVE mostrou-se um programa importante e de relevância, cuja pauta esteve sempre alinhada com os objetivos de levantamento de dados e informação científica, bem como o aprimoramento do monitoramento e da modelagem da qualidade do ar. Os projetos concluídos atingiram os objetivos acordados e foram atingidas as metas e finalidades propostas para cada um. Os projetos em andamento continuam aderentes aos objetivos do Acordo e aos cronogramas para os quais foram planejados. Os objetivos do PCVE permanecem atuais e necessários, considerando a atualização permanente de programas governamentais como o Proconve, o Renovabio, o Rota 2030, dentre outros, somados às novas necessidades de pesquisas tecnológicas que ajudem na transição para uma matriz de baixo carbono. Assim sendo, de forma natural, infere-se como oportuno e relevante recomendar aos partícipes, caso permaneça o interesse, que sejam tomadas ações no sentido de celebrar um novo Acordo, nos mesmos moldes do que agora se encerra, e possivelmente acrescido de objetivos relacionados à transição para o baixo carbono.

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

## RELATÓRIO DA COORDENAÇÃO EXECUTIVA PERÍODO 2016 A 2021

09/02/2021



## SUMARIO EXECUTIVO DOS PROJETOS

### **1 - Avaliação de Cenários e Impactos Resultantes do Uso de Diferentes Tipos de Combustíveis e Tecnologias de Motores e Veículos Sobre a Qualidade do Ar nas Principais Regiões Metropolitanas Brasileiras**

#### Objetivo

Avaliar o efeito dos combustíveis e tecnologias veiculares na qualidade do ar utilizando modelagem atmosférica.

#### Forma de Implementação:

Termo de Cooperação com Petrobras, Lactec, USP e UTFPR, iniciado em dez/2011.

Status: concluído (nov/2016)

#### Atividades realizadas

- Medidas de emissões veiculares em laboratório com diferentes combustíveis em veículos e motores representativos da frota.
- Implantação dos modelos BWRF-Chem e Brams para previsão da qualidade do ar no RJ, SP, MG e PR, utilizando os resultados das medições.
- Ajuste de cenário base (2011), obtendo-se boa correlação entre poluentes simulados e medidos em estações da CETESB (CO, NOx, HC, SOx, MP e O3).
- Simulações preliminares e estudos de caso para identificar potencialidades do modelo e pontos de melhoria.

Conclusão: por meio desse primeiro projeto do PCVE obteve-se um extenso banco de dados de emissões de veículos representativos da frota utilizando combustíveis reais. Foi disponibilizada uma poderosa ferramenta computacional para avaliação do impacto dos mesmos na qualidade do ar em cenários futuros.

## **2- Avaliação dos efeitos de formulações de óleo diesel S10B10 e S500B10 e outras misturas nas emissões legisladas, não legisladas e no desempenho de motores e veículos do ciclo Diesel.**

### Objetivo

Determinar a influência nas emissões legisladas e não legisladas ocasionada pelo aumento do teor de biodiesel no óleo diesel.

### Forma de Implementação:

Termo de Cooperação envolvendo Petrobras e Lactec (assinado em nov/2017).

Status: concluído (dez/2019)

### Atividades Realizadas:

- Medição de CO, HC, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, MP e aldeídos em motores (P4, P5 e P7) e veículos (L6) com B8; B10; B15 e B20
- Resultados:
  - ✓ VEÍCULOS L6: sem diferença significativa para NO<sub>x</sub> e MP com B15; aumento de até 4% em NO<sub>x</sub> e redução de 19% em MP com B20 em alguns veículos; aumento de até 61% em aldeídos com B15 e B20
  - ✓ Motores P4: sem diferença significativa para NO<sub>x</sub>, MP e aldeídos com B15 e B20; aumento de 11% em aldeídos com B20.
  - ✓ Motores P5: sem diferença significativa para NO<sub>x</sub>, MP e aldeídos com B15; aumento de até 2,4% em NO<sub>x</sub> e redução de até 9% no MP e de 8% em aldeídos com B20.
  - ✓ Motores P7: NO<sub>x</sub>: redução de até 2,5% com B15 e B20. MP: redução de até 11% com B15 e 17% com B20. Sem diferença para aldeídos.

- Conclusão: foram avaliados os impactos instantâneos nas emissões, positivos e negativos, dependendo do tipo de poluente e do aumento do teor de biodiesel. Para uma avaliação mais abrangente do seu impacto na qualidade do ar, fazem-se necessários estudos sobre o efeito da sua adição na durabilidade das emissões das novas tecnologias P8 e, a partir daí, realizar simulações de cenários considerando a renovação da frota no longo prazo.

### **3- Avaliação do Impacto das Emissões Veiculares com diferentes combustíveis na qualidade do ar utilizando um laboratório móvel, no âmbito do Acordo PCVE**

#### Objetivo

Aprimorar modelo com dados de um laboratório móvel, montado para aumentar cobertura do monitoramento da qualidade do ar.

#### Forma de Implementação:

Termo de Cooperação entre Petrobras e USP (assinado em mar/2017).

Status: concluído (set/2020).

#### Atividades Realizadas:

- Montagem de laboratório móvel de última geração para suprir deficiências de dados meteorológicos e de monitoramento da qualidade do ar.
- Campanhas de medição com o laboratório móvel em Valinhos-SP, Botucatu-SP, Londrina-PR, Maricá-RJ, Itaboraí-RJ e São Paulo-SP
- Atualização do ano base do modelo de 2011 para 2016
- Aprimoramento dos inventários de emissão veicular.
- Avaliação de cenários com o uso do modelo aprimorado, dentre eles:

- ✓ Efeito da implantação das novas fases do PROCONVE: reduções de 65% a 92% nas concentrações de CO, NO<sub>x</sub>, NMHC e O<sub>3</sub> até 2036 e aumento de 40% em PM<sub>10</sub> e 12% em MP<sub>2.5</sub>, devido ao crescimento da frota no período.
- ✓ Comparação entre controle das emissões de abastecimento em postos de serviço com o controle por sistemas veiculares embarcados do tipo *onboard refueling vapor recovery* (ORVR): redução semelhante na concentração ambiental de O<sub>3</sub> obtida pelos dois sistemas até 2036, com ligeira vantagem para o sistema nos postos (5%).
- Conclusão: as simulações realizadas indicam a efetividade na melhoria da qualidade do ar pela entrada das novas fases do PROCONVE, com redução de CO, NO<sub>x</sub>, NMHC (escapamento e evaporativo) e O<sub>3</sub>. Porém a perspectiva de aumento do material particulado, mesmo com a redução das emissões dos motores, aponta para a necessidade de ações adicionais de controle das emissões de outras fontes, tais como de pneus, freios e pavimentos. O modelo de simulação da qualidade do ar encontra-se disponível para avaliação de outros cenários à critério do Comitê Gestor do PCVE.

#### **4- Desenvolvimento de Ônibus Bioelétrico Multicombustível.**

##### Objetivo

Desenvolvimento de um ônibus elétrico não plug-in movido a etanol, biogás, biodiesel/diesel ou GNV, que atenda às necessidades de transportes das cidades, reduza as emissões de GEE e poluentes e utilize a rede de abastecimento já instalada no país, sem custos adicionais de infraestrutura.

### Forma de Implementação:

Consórcio de empresas e instituições de ciência e tecnologia (Mahle, Weg, Marcopolo, Eaton, FTP, Moura, Itemm, Única e Unicamp). Iniciado em dez/2018.

Status: em andamento.

### Atividades Realizadas:

- Todos componentes construídos e entregues, porém com atraso pelo impacto da pandemia em fornecedores no exterior.
- Todos componentes instalados no chassi (modelos 3D para estudo do acoplamento entre os diversos componentes entre si e com o chassi).
- Finalizadas conexões elétricas de alta e baixa tensão entre os componentes e do sistema de comunicação da rede CAN.
- Calibração preliminar dos módulos e controladores realizada em bancada.
- Testes funcionais de sistemas realizados individualmente, por exemplo, motor de tração, gerador, bateria de alta tensão e sistemas auxiliares de freio, direção e ar-condicionado.

### Próximos Passos:

- Preparação final do veículo para a testes funcionais em campo de provas (Fev/2021)
- Início dos testes de rodagem no campo de provas (Mar/2021).
- Aprimoramentos dos controles e análise de intercorrências em testes (contínuo)
- Cálculos de custos de material e análises de TCO após conclusão dos testes preliminares (Ago/21).

## **5- Especificação de Hidrocarbonetos em Emissões Veiculares**

### Objetivo

Determinar a composição e reatividade atmosférica típicas da emissão de hidrocarbonetos por veículos flexfuel abastecidos com gasolina e etanol.

#### Forma de Implementação:

Termo de Cooperação entre Petrobras e UFRJ (assinado em dez/2017).

Status: em andamento.

#### Atividades Realizadas:

- Quantificação de HCs na faixa C4-C12 por cromatografia gasosa na UFRJ e na faixa C2-C3 no Lactec:
  - ✓ Com etanol: principais espécies foram etano, eteno e etino, (sem espécies >C2)
  - ✓ Com gasolina: principais espécies foram eteno, propeno, tolueno, isopentano, n-pentano, isoctano e benzeno, com MIR na faixa de 2,62 a 3,23.

#### Próximos Passos:

- Assinatura de aditivo de prazo ao termo de cooperação, devido a atraso no cronograma pela pandemia (fev-21)
- Quantificação de HCs na faixa total C2-C12 por cromatografia gasosa na UFRJ (2 colunas):

### **6- Avaliação do efeito do teor de enxofre na gasolina para as emissões da futura fase L8 do PROCONVE.**

#### Objetivo

Determinar a influência o efeito dos teores de enxofre de 50 ppm e 10 ppm na gasolina para as futuras tecnologias para atendimento dos limites de emissões da fase L8 do Proconve.

#### Forma de Implementação:

Termo de Cooperação entre Petrobras e PUC-RJ (assinado em dez/2020).

Status: Em andamento

Próximos Passos:

- Realização de testes no Cenpes para estudo do efeito instantâneo do teor de enxofre com gasolina S-50 e S-10 em veículos L4, L5 e L6 (jun-21) e veículo L7 (dez-21).
- Realização de testes no exterior de durabilidade em veículo Tier 3 (equivalente a L8) com gasolina S-50 e S-10 (dez-21).
- Realização de testes de durabilidade na PUC em veículo flex L7 com etanol e gasolina S-50 (dez-22).
- Realização de testes de durabilidade na PUC em veículo flex L7 com gasolina S-10 (jun-23).