

# ELÉTRICOS CAIO

**Design** arrojado, **tecnologia** avançada e **sustentabilidade** se unem para levar você a um novo nível de mobilidade urbana

MIKT CAIO | FEV 24



Respeite as  
sinalizações de trânsito.



Consulte o representante  
de sua região para saber  
mais sobre os modelos.



SIGA A CAIO NAS REDES SOCIAIS



[www.caio.com.br](http://www.caio.com.br)



@caioinduscaroficial



company/caioinduscaroficial



@caioinduscaroficial



## Aumento da mistura de biodiesel compromete eficiência, custo e sustentabilidade dos ônibus, revela pesquisador da UnB

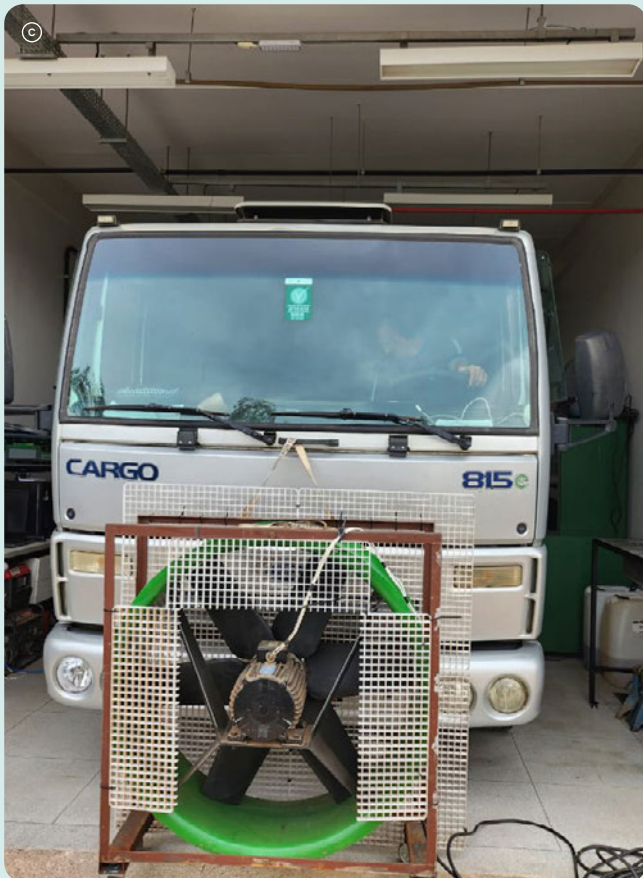
A mistura de biodiesel no óleo diesel aumentou de 12% para 14% em março deste ano, a partir de uma decisão do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). A medida, que seria adotada apenas em 2025, foi antecipada e tem gerado preocupação no setor de transportes. Em parceria com o departamento de Engenharia Automotiva da Universidade de Brasília (UnB), a Confederação Nacional do Transporte (CNT) produziu um robusto estudo detalhando as consequências da decisão do CNPE, tais como aumento na emissão de óxido de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), além de uma durabilidade menor das frotas de ônibus mais antigas. Com o nome "Estudo da variação das emissões atmosféricas decorrentes da adição de biodiesel em misturas com diesel mineral S10: Avaliação de motores de combustão interna em ciclo de condução", o documento traz como autores os professores e especialistas João Carlos Wohlgemuth, Nicolas Lima de Oliveira e Fábio Cordeiro de Lisboa, entrevistado da Revista NTUrbano.

— com **Fábio Cordeiro de Lisboa**



Segundo o professor Lisboa, a pesquisa seria a primeira de uma série de estudos que buscam aprofundar e trazer um panorama mais abrangente dos impactos do aumento de biodiesel de base éster ao diesel. Até o momento, já é possível confirmar que, embora o aumento do teor de biodiesel possa trazer consigo melhores condições ambientais a longo prazo, também traz problemas, especialmente a curto prazo, tanto em termos ecológicos, quanto em custos de operação e manutenção.

Para a pesquisa, foram utilizados dois caminhões diesel de diferentes categorias de avaliação do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores, um de uma geração antiga (Proconve 5), de cerca de 13 anos de uso, na qual se enquadra uma parcela significativa da atual frota nacional de caminhões pesados, e outro mais moderno, um caminhão de 2022 (Proconve 7). Como resultado, foram visíveis os prejuízos que o aumento do biodiesel teve sobre o caminhão mais rodado. "O antigo apresentou queda de potência, chegou a entupir filtro. O veículo sofreu bastante e também emitiu mais óxido de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), revelou Lisboa sobre o experimento que foi a base do estudo.



### Como surgiu o interesse em realizar essa pesquisa sobre os impactos ambientais do aumento do percentual de biodiesel no diesel?

A motivação para esse estudo surgiu da suspeita da CNT, baseada em reclamações de usuários, de que o aumento do percentual de biodiesel poderia impactar os custos de manutenção dos equipamentos, além de potencialmente intensificar as emissões atmosféricas. Esse cenário, ironicamente, representaria um retrocesso, uma vez que a introdução de maiores proporções de biodiesel visava originalmente melhorar as condições ambientais, mas acabou por gerar problemas adicionais, tanto de natureza ambiental quanto em termos de custos operacionais.

Dessa forma, o objetivo primordial do estudo foi investigar e elucidar as possíveis implicações desse aumento do percentual de biodiesel. Esse estudo inaugural marca o início de uma série de pesquisas planejadas, cujo propósito é aprofundar ainda mais esse tema e fornecer uma análise abrangente e de longo prazo sobre o assunto.

### Como foi o processo de coleta e análise dos dados e quais foram os principais desafios enfrentados?

O procedimento adotado consistiu na seleção de dois veículos de categorias distintas para fins de avaliação. Um dos veículos foi escolhido como representante de uma frota mais antiga, que constitui uma parte significativa do conjunto de caminhões pesados em circulação no país, enquanto o outro veículo era mais moderno, incorporando tecnologias recentes. Diferenças substanciais eram evidentes tanto nos materiais empregados quanto nos sistemas de controle do motor.

Os veículos foram submetidos a testes de condução sobre dinamômetro de chassi no laboratório, onde foram conectados a um equipamento denominado Analisador de Gases de Combustão. Por meio desse dispositivo, uma sonda foi acoplada à saída do escapamento, possibilitando a medição de diversos gases, incluindo hidrocarbonetos,  $\text{CO}_2$ , CO e  $\text{NO}_x$ . A partir dos dados coletados, foram realizados cálculos para a obtenção dos indicadores requeridos pelo Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve).

Um desses indicadores, denominado "Emissões Específicas", é calculado como a relação entre a massa de poluentes emitidos e a quantidade de energia gerada. Essa métrica permite comparar a eficiência ambiental dos veículos avaliados, indicando a quantidade de emissões produzidas em relação à energia gerada durante o funcionamento.

### Quais foram os resultados mais significativos?

O primeiro veículo apresenta uma significativa discrepância tecnológica, que tem um impacto direto nas emissões. Em outras palavras, o caminhão mais recente demonstra uma capacidade superior de ajustar-se a variações no teor de biodiesel e, conseqüentemente, a diferentes tipos de combustíveis, em comparação ao modelo mais antigo. O veículo mais antigo enfrentou desafios consideráveis nesse sentido; experimentou uma significativa perda de potência e até mesmo obstrução do filtro de combustível, resultando também em uma emissão específica aumentada de poluentes como  $\text{NO}_x$ , CO e  $\text{CO}_2$ .

Os sistemas de pós-tratamento presentes no veículo antigo são tecnicamente inferiores se comparados aos do modelo mais moderno. Além disso, o sistema de controle de injeção do combustível no caminhão antigo também é inferior, o que compromete sua capacidade de ajuste a variações do combustível. Em contrapartida, o veículo mais recente apresentou resultados mais favoráveis nesse aspecto.

“UMA TRANSIÇÃO GRADUAL PARA NOVAS PROPORÇÕES DE COMBUSTÍVEIS EXIGE UM PERÍODO DE ADAPTAÇÃO PARA TODA A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA E DE PEÇAS, DADO QUE O AJUSTE E O LANÇAMENTO DE NOVOS PRODUTOS DEMANDAM TEMPO.”

### Vocês usaram motores de caminhão no estudo; os resultados são aplicáveis também para ônibus?

Os resultados são aplicáveis da mesma forma no ônibus, pois o que muda é apenas a carcaça do veículo.

### A pesquisa mostra que o aumento da mistura de biodiesel faz aumentar as emissões. Não é um contrassenso, já que estamos falando de um combustível renovável, supostamente mais ecológico?

É fundamental destacar essa questão devido à sua sensibilidade. No que diz respeito ao óxido de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), que é considerado o componente mais nocivo das emissões veiculares, torna-se ainda mais crucial nossa atenção. O  $\text{NO}_x$  demonstra um aumento proporcional ao aumento do teor de biodiesel no combustível, tanto em escala global quanto em escala específica. O atual sistema de pós-tratamento desses gases é capaz de mitigar ou, em alguns casos, praticamente eliminar as emissões de  $\text{NO}_x$ . Nos veículos e motores mais recentes, equipados com sistemas de tratamento que empregam ARLA 32, uma solução aquosa de ureia a 32%, essa substância reage com o gás, eliminando o  $\text{NO}_x$ .

Para resumir, não há objeção ao uso de biocombustíveis, incluindo o etanol, que é particularmente notável. No entanto, é imperativo que os veículos sejam projetados para operar com combustíveis que não sofram com constantes alterações no percentual de biocombustível na mistura final.

A concepção do veículo flexível, tão comum no Brasil, apresenta uma desvantagem ao combinar o uso de gasolina e etanol, pois o motor acaba por ter comprometimentos de eficiência. Da mesma forma, a aplicação de biodiesel requer uma abordagem semelhante, com desenvolvimento de motores específicos para sua utilização. Uma transição gradual para novas proporções de combustíveis exige um período de adaptação para toda a indústria automobilística e de peças, dado que o ajuste e o lançamento de novos produtos demandam tempo. O objetivo final é a busca pela eficiência energética, entregando a mesma quantidade de energia em forma de movimento e potência de roda, mas consumindo a menor quantidade possível de combustível, o que, por sua vez, resulta em menores emissões.



### Quais são as principais recomendações que os operadores de transporte coletivo urbano podem extrair dessa pesquisa para as operações e a sustentabilidade do serviço?

A resposta prevista não é particularmente otimista. O operador se encontra diante da necessidade de enfrentar um considerável prejuízo imediato. Isso decorre do aumento significativo do custo operacional, especialmente devido ao maior consumo de combustível. À medida que a proporção de biodiesel na mistura aumenta, o consumo de combustível do veículo também aumenta substancialmente. Também haverá uma maior necessidade de manutenção, incluindo reparos em componentes dispendiosos, como bombas de alta pressão e bicos injetores, além de um desgaste mais rápido dos filtros e um aumento no consumo de óleo lubrificante, mesmo nos modelos mais recentes.

Para ilustrar, uma proporção superior a 20% desperta preocupações significativas, não apenas em termos de manutenção mas também porque exigirá uma substituição do óleo lubrificante em intervalos mais curtos e uma frequência mais elevada na substituição dos filtros.

Essa mudança afetará diretamente os custos operacionais e de manutenção a partir de agora. Anteriormente, o aumento de custos era discreto; ele existia, mas não era tão perceptível. Por exemplo, proprietários de veículos individuais, como caminhonetes a diesel, podem não perceber tanto, pois a manutenção é menos frequente em veículos individuais. No entanto, empresas com frotas de ônibus sentirão o impacto, embora inicialmente possa ser moderado. Se o percentual de biodiesel aumentar consideravelmente sem uma atualização correspondente dos motores, a situação pode se tornar ainda mais complicada.

### O que os resultados desta pesquisa trazem para os formuladores de políticas de energia e transporte urbano no Brasil?

Certamente, a questão não é simples. A sugestão é definir metas com base em nossas capacidades de produção, por um período determinado. Isso deve ser acompanhado por um sistema de avaliação coerente da frota existente e, igualmente importante, por incentivos. Afinal, se buscamos reduzir as emissões de uma máquina, devemos priorizar a substituição por máquinas novas. Portanto, incentivos para a renovação da frota são essenciais.

Para os gestores públicos, a recomendação é estabelecer metas de longo prazo e criar condições que incentivem os proprietários de frotas a renovarem seus veículos. Isso deve incluir critérios de avaliação durante o período de transição, além de garantir que a mudança no combustível esteja alinhada a um nível aceitável de maturidade no desenvolvimento dos motores compatíveis com o combustível determinado.

Desconsiderar o progresso tecnológico pode levar a uma situação adversa, como indica o estudo. Corremos o risco de criar uma condição reversa, na qual a frota antiga pode passar a emitir mais poluentes do que justificaria a mudança imediata do combustível para uma frota mais nova. Embora essa discrepância possa se equilibrar ao longo do tempo, a curto prazo estaríamos, na verdade, aumentando as emissões. Portanto, é crucial considerar não apenas os benefícios imediatos mas também as implicações a longo prazo de tais decisões.

### FÁBIO CORDEIRO DE LISBOA

Doutor em Ciências Mecânicas e graduado em Engenharia Mecânica, ambos pela UnB, além de mestre em Engenharia Mecânica e de Materiais pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR); é professor do Departamento de Engenharia Automotiva da UnB, e realiza pesquisas nas áreas de combustão e gaseificação, com ênfase no aproveitamento de fontes renováveis de energia.