

Mobilidade Sustentável

Rafael Barros Araujo

Superintendência de Derivados de Petróleo e Biocombustíveis - SDB
Diretoria de Estudos do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – DPG
Empresa de Pesquisa Energética

Workshop Integração de Políticas de Mobilidade (MOVER, RENOVABIO, PBEV E PROCONVE)

Brasília, 4 de dezembro de 2024



Sobre a Empresa de Pesquisa Energética



Empresa pública federal vinculada ao Ministério de Minas e Energia



Realiza estudos e pesquisas para subsidiar o MME na formulação, implementação e avaliação da política e do planejamento energético brasileiro



Promoção de uma transição energética aderente às potencialidades e vantagens competitivas do país



www.epe.gov.br

Membro do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)

Contextualização

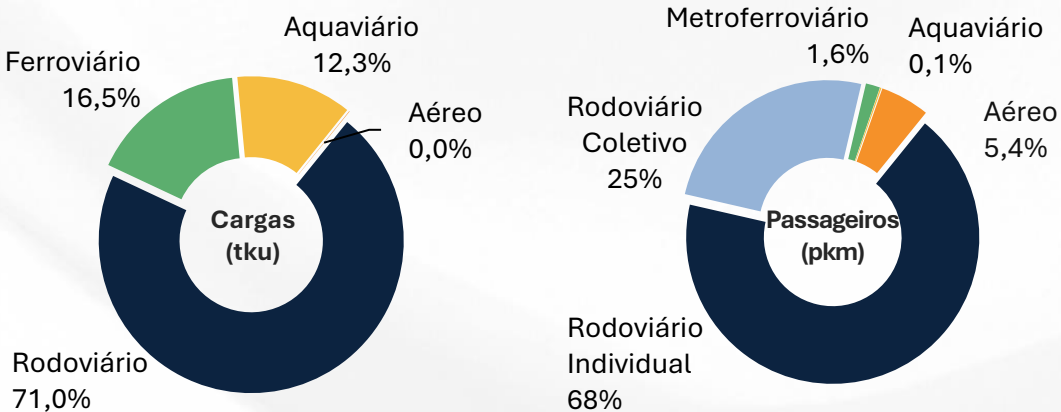
Contextualização

A MOBILIDADE SUSTENTÁVEL representa um desafio para diversos países em um contexto de transição energética para uma economia de baixo carbono, visto que em um cenário de desenvolvimento socioeconômico, serão crescentes as taxas de urbanização e as necessidade de transporte de produtos e mobilidade de pessoas.

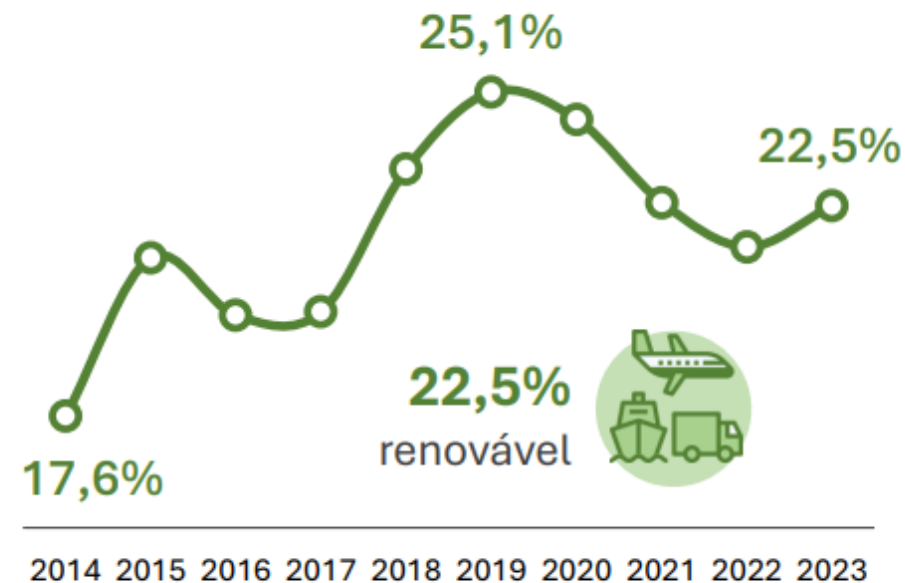
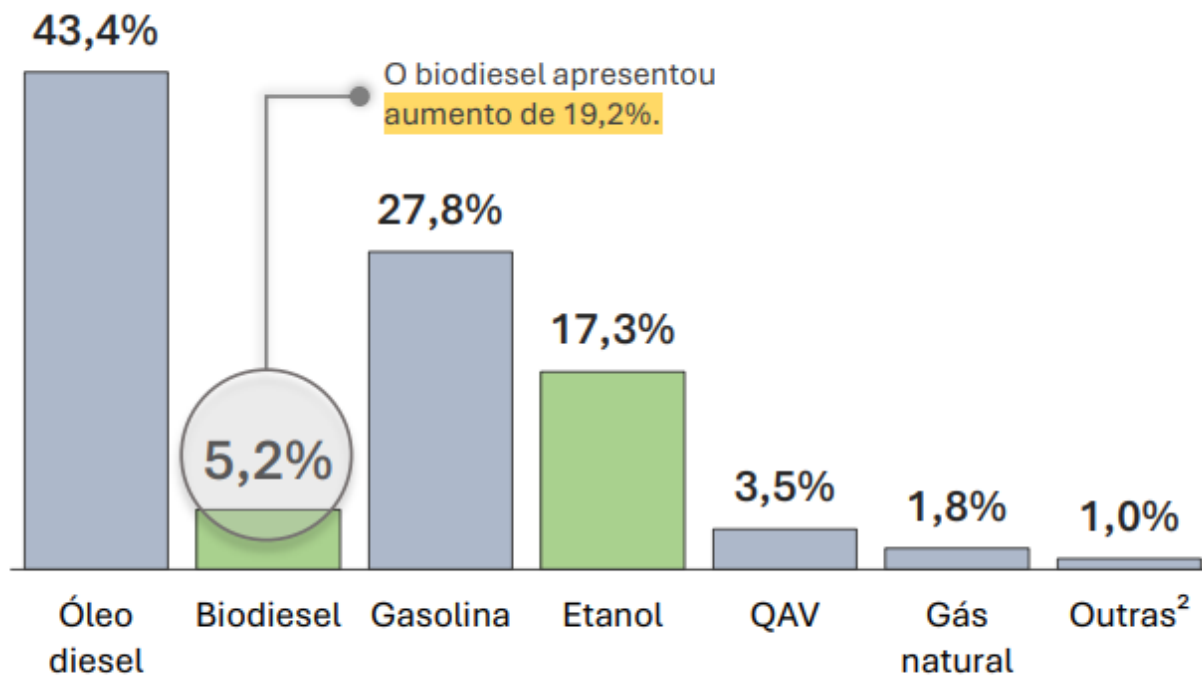
Infraestrutura brasileira de transportes



Distribuição modal da atividade do setor de transportes (2023)



Consumo de energia nos transportes em 2023



Qual o futuro da Mobilidade Sustentável?

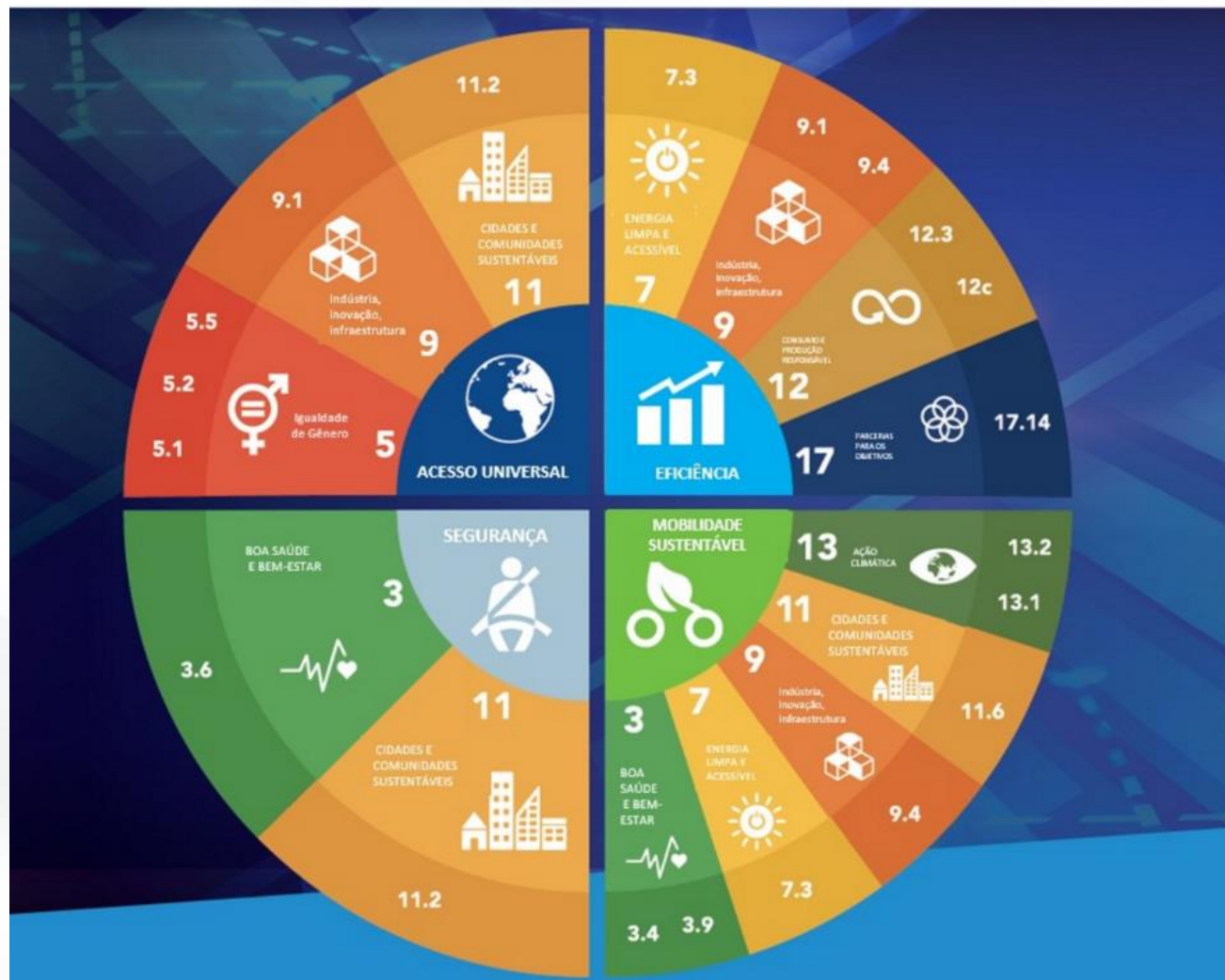
O que é Mobilidade (sustentável)?



Mobilidade é a **capacidade de se locomover** de uma lugar a outro, **atendendo nossas necessidades e garantindo os direitos básicos do cidadão.**

A **Mobilidade sustentável** busca associar conceitos de **justiça social, sustentabilidade econômica e ambiental** e o **uso consciente dos recursos naturais** na criação de um **sistema de mobilidade de qualidade**, que satisfaça as demandas da **geração atual sem comprometer as gerações futuras.**

Importância e o Futuro da Mobilidade Sustentável



O Banco Mundial aponta como principais objetivos de seu projeto **Sustainable Mobility for All**:



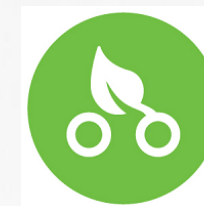
**Acesso
universal**



Segurança



**Eficiência
nos sistemas
de transporte**



**Mobilidade
Verde**

Com impactos nos diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU.

Fonte: SAE adaptado de *Sustainable Mobility for all*

Futuro da Mobilidade sustentável associados a questão energética



Mobilidade Verde

- Mudar os sistemas de transporte para um caminho pouco poluente (GEE/ar/ruído) e resiliente ao clima.



Eficiência nos sistemas de transporte

- Aumentar a eficiência nos sistemas de transporte.
- Atender à demanda por mobilidade com o menor custo possível para a sociedade.

Ações para promoção da mobilidade sustentável

Iniciativas para a mobilidade sustentável foram implementadas no Brasil



... no intuito de mudar os sistemas de transporte para um caminho pouco poluente (GEE/ar/ruído) e resiliente ao clima.



1986

Programa de Controle da Poluição do ar por veículos automotores, tendo entre seus objetivos **redução dos níveis de emissão de poluentes** por veículos automotores; promoção do desenvolvimento tecnológico nacional e **melhoria das características técnicas dos combustíveis líquidos**.

Programa Nacional de Biodiesel (PNPB)

2005

Implantação da **produção e uso sustentável do biodiesel** com foco na **inclusão produtiva** e no desenvolvimento rural sustentável por meio da **geração de emprego e renda**.



2008

Veículos leves aprovados no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) autorizados a ostentar a **Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE)**



2017

Redução da intensidade de carbono da matriz de transporte brasileira por meio da expansão do **uso de biocombustíveis** e da criação de um mercado de carbono para compensar as emissões de gases de efeito estufa por combustíveis fósseis.

Iniciativas para a mobilidade sustentável estão sendo implementadas no Brasil



... no intuito de mudar os sistemas de transporte para um caminho pouco poluente (GEE/ar/ruído) e resiliente ao clima.



2021

Aspectos fundamentais para a construção da estratégia brasileira para o hidrogênio foram traçados pela EPE em 2021. O Brasil considera as **rotas do hidrogênio de baixa emissão**.



PLANO
CLIMA

2023

Guia de Política Climática. O principal objetivo do programa é emissões líquidas zero até 2050. **Inclui ações de adaptação e mitigação para o setor de transporte.**



2024

Estabelece metas específicas estabelecidas até 2033 para seis missões, incluindo infraestrutura, **mobilidade**, bioeconomia e transição energética. Uma de suas metas é **aumentar em 50% a participação dos biocombustíveis na matriz energética dos transportes.**



2024

Criação de **alternativas de baixo carbono**, que permitam vislumbrar **menor dependência de combustíveis fósseis** para contas públicas, segurança energética e acesso à energia, alocando custos de forma justa

Iniciativas para a mobilidade sustentável estão sendo implementadas no Brasil



... no intuito de mudar os sistemas de transporte para um caminho pouco poluente (GEE/ar/ruído) e resiliente ao clima.



2024

Reduzir as emissões de carbono em 50% até 2030 e promover a expansão dos investimentos em **eficiência energética**, incluir limites mínimos de reciclagem na fabricação de veículos e **cobrar menos impostos de quem polui menos**.



2024

Aumento do **uso de combustíveis sustentáveis e de baixa intensidade de carbono**, bem como a aplicação da tecnologia veicular nacional, com biocombustíveis.

A integração entre políticas (através da análise do ciclo de vida) é fundamental



Lei nº 14.993, de 8 de outubro de 2024

Dispõe sobre a promoção da mobilidade sustentável de baixo carbono e a captura e a estocagem geológica de dióxido de carbono; institui:

- Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação (ProBioQAV);
- Programa Nacional de Diesel Verde (PNDV);
- Programa Nacional de Descarbonização do Produtor e Importador de Gás Natural e de Incentivo ao Biometano

... para mitigar emissões com o melhor custo-benefício.

A integração entre políticas (através da análise do ciclo de vida) é fundamental

DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL DE BAIXO CARBONO

Parágrafo único do Art. 4º: A **integração** entre as políticas públicas empregará os **conceitos** de:

I – ciclo do **poço à roda** até 31 de dezembro de 2031; e

II – ciclo do **berço ao túmulo** a partir de 1º de janeiro de 2032.

Art. 5º Para fins de apuração do cumprimento das **metas** do **Mover**, o **CNPE** fixará os **valores de ICE¹** e a **participação** dos combustíveis líquidos ou gasosos ou da energia elétrica.

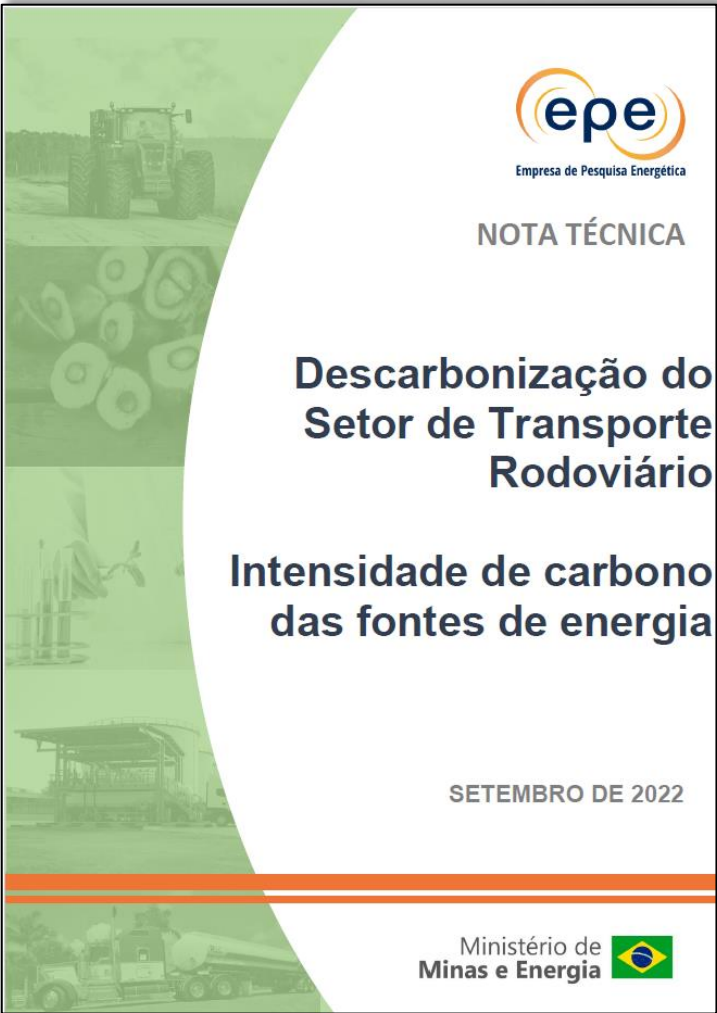
§ 1º **MDIC** definirá as metas do Mover do **consumo energético em MJ/km** e da **emissão de CO₂e** no ciclo de vida corporativo, **em CO₂e/km**, e fiscalizará o seu cumprimento, com base nos valores de ICE.

§ 3º Nas metas do Mover, **novas espécies de combustíveis somente** poderão ser **consideradas após a certificação** das emissões no ciclo de vida aplicável.

Art. 6º O **PBEV** divulgará as **informações** para o consumidor das **emissões de GEE** de cada veículo com base na análise do ciclo de vida aplicável e no consumo energético **com base no ciclo do tanque à roda**, por veículo.

1- Intensidade de Carbono da Fonte de Energia (ICE) expressa em gCO₂e/MJ.

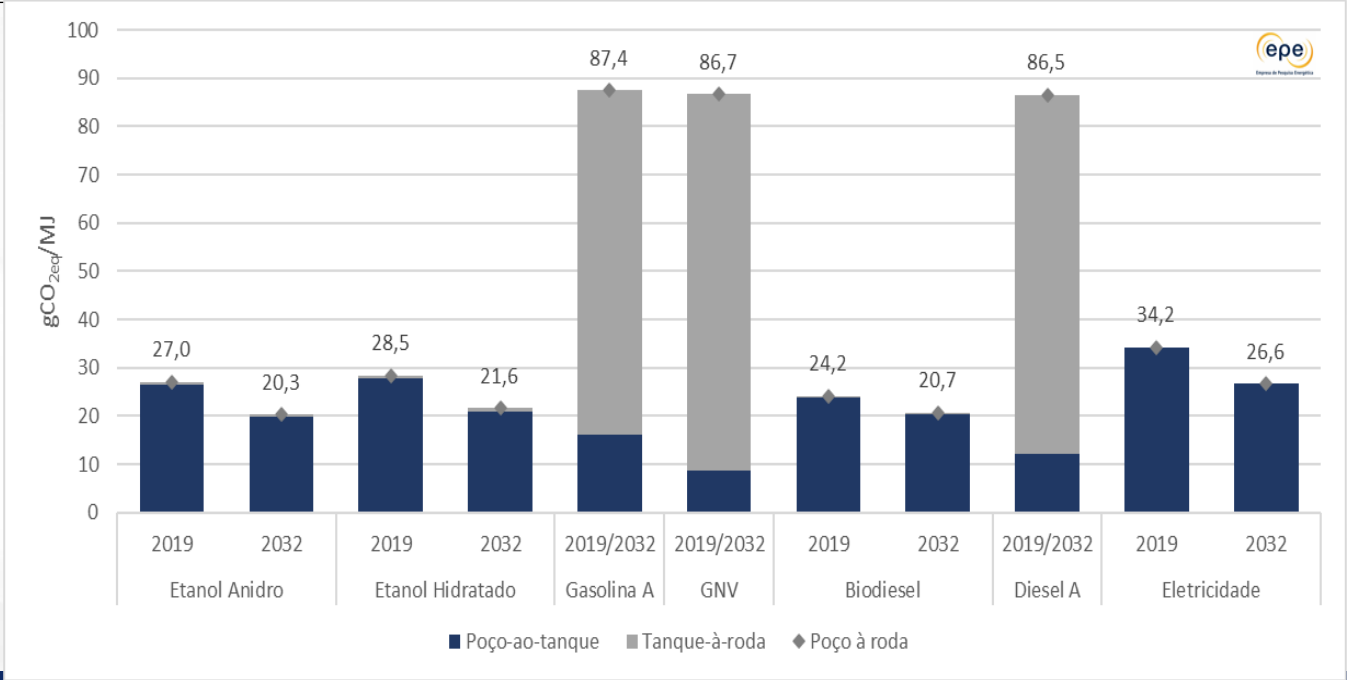
A integração entre políticas (através da análise do ciclo de vida) é fundamental



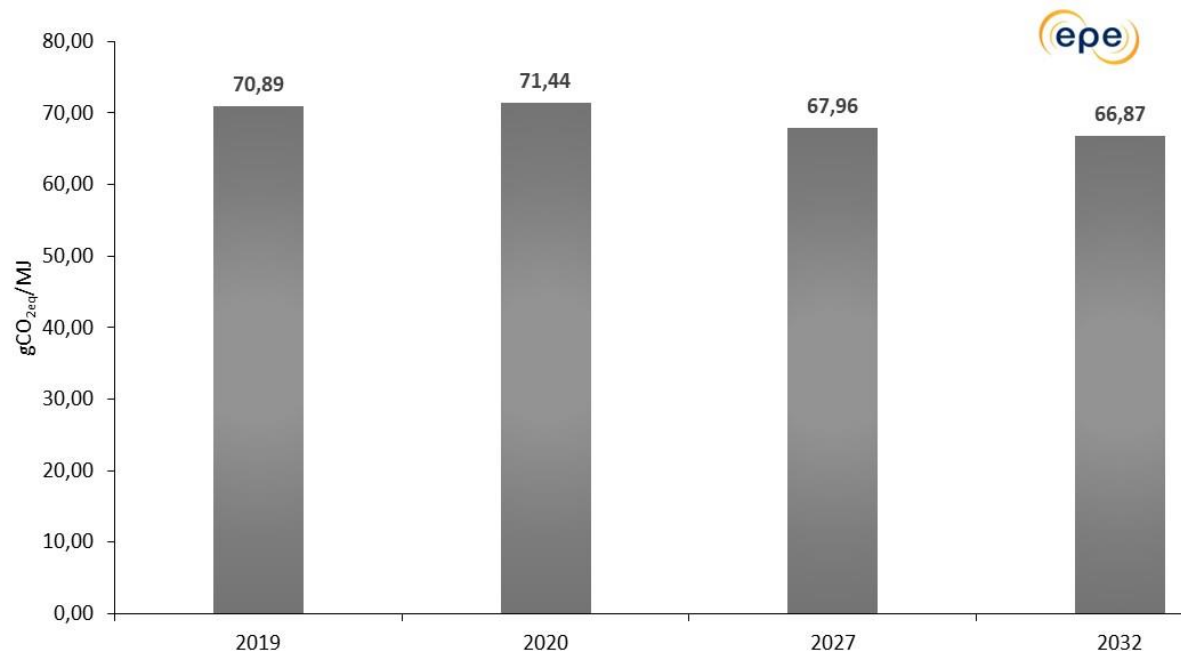
Propriedades físicas médias dos energéticos

COMBUSTÍVEIS	Massa Específica	PCI		Conteúdo Energético
LÍQUIDOS	(kg/litro)	(kcal/kg)	(MJ/kg)	(MJ/litro)
Etanol Anidro	0,791	6.750	28,26	22,36
Etanol Hidratado	0,809	6.300	26,38	21,34
Gasolina A	0,742	10.400	43,54	32,31
Biodiesel	0,88	9.000	37,68	33,16
Diesel A	0,84	10.100	42,29	35,52
GASOSOS	(kg/m³)	(kcal/m³)	(MJ/kg)	(MJ/m³)
GNV ¹	0,74	8.800	49,79	36,84
Biometano ^{1,2} (96,5% de metano)	0,76	11.524	48,25	36,67

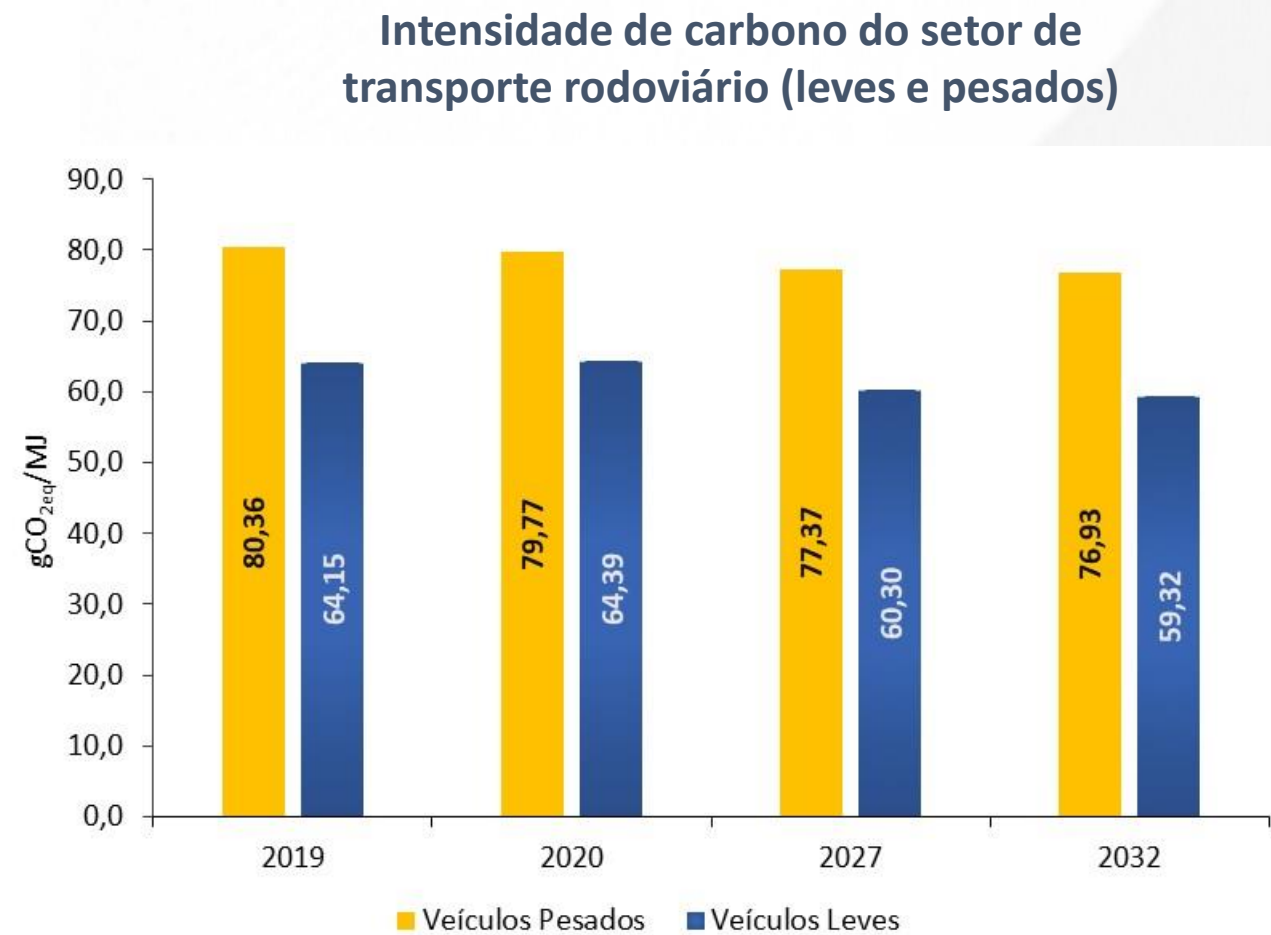
Evolução da intensidade de carbono (gCO_{2eq}/MJ) dos energéticos



A integração entre políticas (através da análise do ciclo de vida) é fundamental

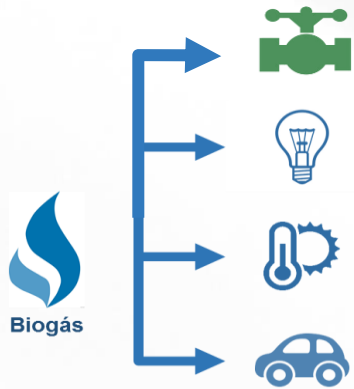


Intensidade de carbono média das fontes de energia da matriz de transporte rodoviário



Rotas tecnológicas para a mobilidade sustentável

Além dos biocombustíveis tradicionais, diversas rotas tecnológicas podem contribuir para a Mobilidade sustentável



Na próxima década, estima-se também um aumento no potencial de produção de biogás com o aproveitamento energético da cana-de-açúcar, com tratamento e utilização como biometano



Diesel verde



Diesel Verde permite a introdução de maiores quantidades de biocombustíveis na matriz



ProBioQAv

CORSIA



ICAO

Introdução do SAF na demanda total de combustível de aviação, auxiliando o processo de transição energética como uma das possibilidades de redução de emissões de GEE

Além dos biocombustíveis tradicionais, diversas rotas tecnológicas podem contribuir para a Mobilidade sustentável



Combustíveis sintéticos

Combustíveis sintéticos obtidos de diversas fontes que podem dar origem a análogos fósseis de baixo carbono, como HVO e SAF.



Hidrogênio

O uso do H₂ no transporte apresenta desafios. Possibilidade de conversão dessa fonte em seus derivados, tais com a amônia e o metanol, que surgem como alternativa.



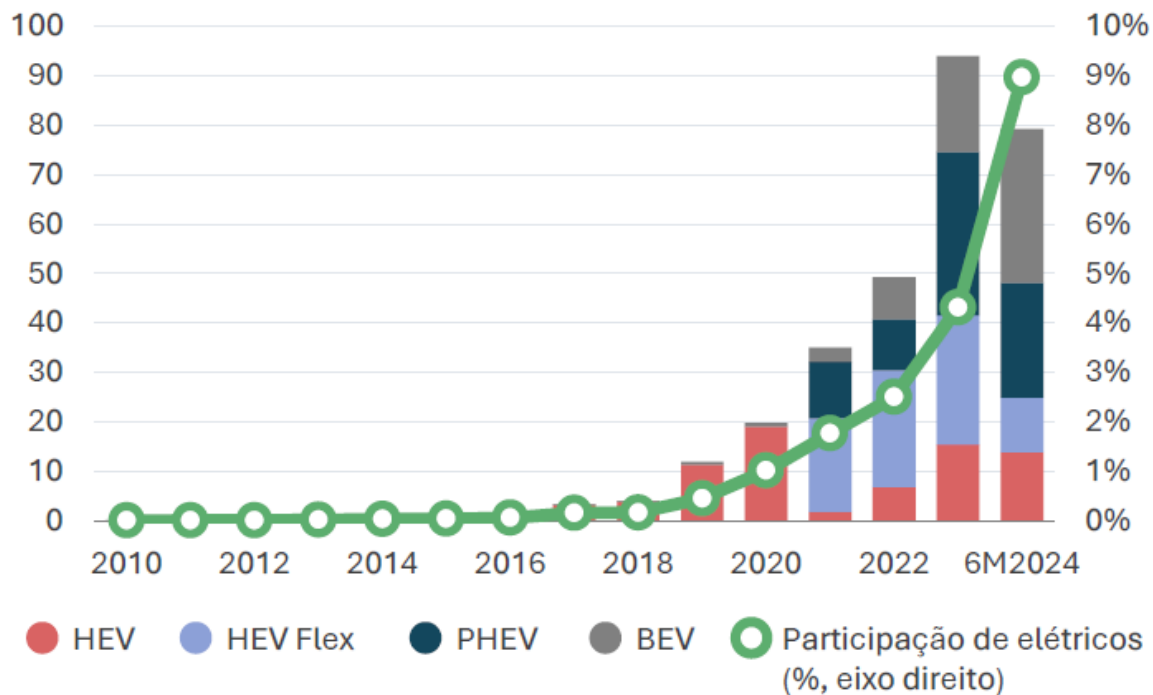
Eletrificação

A eletromobilidade surge como opção a partir do uso de diversas fontes de baixa emissão, considerando o potencial de geração eólica, solar e hidráulica do País.

A eletrificação avança no Brasil

Vendas anuais de veículos eletrificados no Brasil (mil unidades)

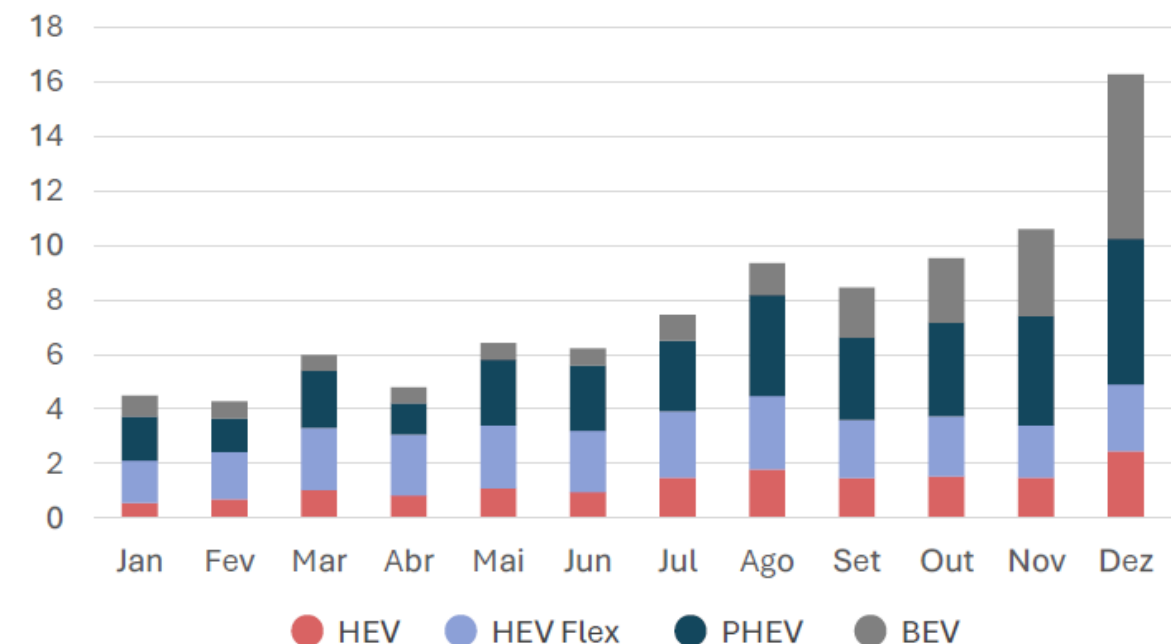
Fonte: Elaboração própria, a partir de [ABVE](#) e [Anfavea](#)



- Penetração de **eletrificados** continua a **aumentar rapidamente**.
- Políticas públicas de incentivo à descarbonização do setor automotivo, como o Programa de Mobilidade Verde e Inovação (MOVER), aumentam a oferta desses veículos.

Vendas mensais de eletrificados no Brasil em 2023 (mil unidades)

Fonte: Elaboração própria, a partir de [ABVE](#)

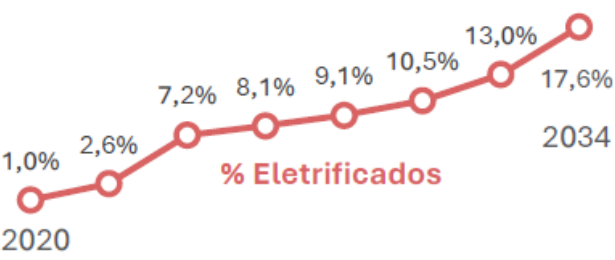
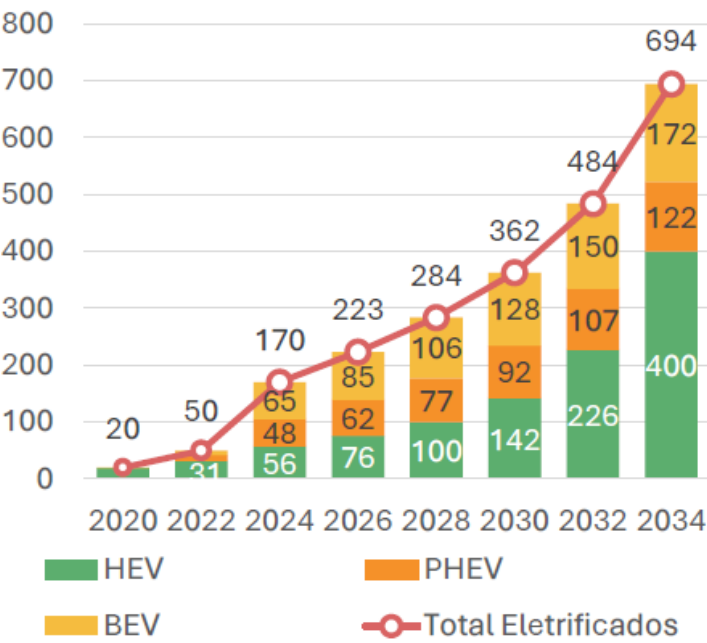


- **Predominância** de modelos **híbridos** começa a ser **substituída** por uma maior venda de veículos **plug-in e elétricos**.
- **Significativo aumento das importações no final de 2023**, principalmente **PHEV e BEV**, oriundas da China, devido à expectativa de aumento de imposto de Importação.

A eletrificação da frota de veículos leves deve aumentar gradualmente no Brasil

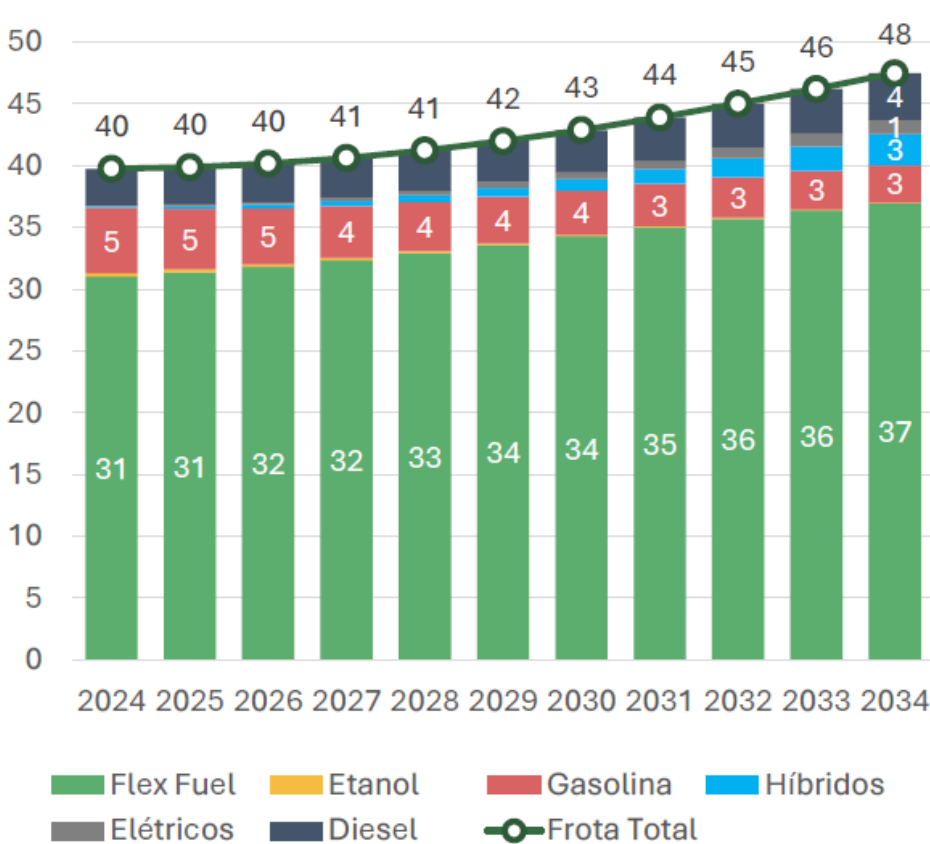
Licenciamento de veículos leves híbridos e elétricos (mil veículos; % total)

Fonte: EPE



Frota de veículos leves por motorização (milhão de veículos)

Fonte: EPE



Nota: Híbridos considera o híbrido convencional e o híbrido plug-in (PHEV).

- Eletrificação tem ganhado relevância no Brasil, **estimulada por incentivos estaduais e municipais**, como a isenção de rodízio de carros em São Paulo e redução em tributos.
- Barreiras à entrada devem, inicialmente, **limitar a demanda por veículos eletrificados aos compradores do segmento premium**.
- Projeta-se **penetração progressiva de eletrificados**, elevando-se rapidamente na próxima década. A frota de HEV e BEV deverá ultrapassar 1 milhão em 2030, com **alta participação de híbridos**.

Exemplo de ações para a promoção da mobilidade sustentável

Licenciamento de novos ônibus híbridos e elétricos (%)

Fonte: EPE, com dados históricos de [Anfavea](#)



- A Política Nacional de Mobilidade Urbana levou à elaboração de Planos de Mobilidade Urbana ([MDR](#)), que preveem reduções das emissões e de poluentes locais. **A adesão de algumas cidades brasileiras ao [C40](#) acelerou a implementação de políticas para reduzir as emissões.**

- A compra de ônibus elétricos a bateria (BEV) tem sido anunciada por diversas cidades brasileiras, como [São Paulo](#), [São José dos Campos](#), [Salvador](#) e [Curitiba](#). O Novo PAC prevê investimentos de R\$ 7,3 bilhões até 2028 em renovação da frota com ônibus elétricos para 7 estados e 61 municípios.



- Em 2034, ônibus eletrificados representarão 9% de uma frota de mais de 530 mil unidades**, especialmente na categoria Padron. Além disso, projeta-se que parte dos BRTs (*Bus Rapid Transit*) serão elétricos.
- O **alto preço de aquisição** dos ônibus elétricos tem sido remediado via novos modelos de negócios. A **eletrificação ainda tem barreiras**, especialmente relacionadas à **infraestrutura de carregamento**. Espera-se que os ônibus híbridos liderem as participações para **aplicações não urbanas e para cidades menores**.

Considerações finais

Considerações finais

- Ao longo dos anos, **programas** foram implementados visando a **melhoria das condições de mobilidade** do País.
- **Atualmente**, diversos programas **buscam contribuir para uma mobilidade sustentável**, que associe conceitos de **justiça social, sustentabilidade econômica e ambiental** e o **uso consciente dos recursos naturais** na criação de um sistema de mobilidade de qualidade.
- O Brasil, dotado de imenso potencial de produção de bioenergia, sendo o segundo maior produtor hidrelétrico do mundo, com perspectivas de geração expressiva eólica e solar, possui diversas possibilidades à economia de baixo carbono e à mobilidade sustentável comparativamente a outros países.
- Neste contexto, a integração de diversas políticas públicas são fundamentais para o alcance dos objetivos, considerando o desenho das cidades e a estrutura de transporte brasileira, majoritariamente rodoviária e em grande medida individual.



OBRIGADO

Clique [aqui](#) e acesse todos os estudos do PDE 2034



Siga a EPE nas redes sociais e mídias digitais:



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

