

OUTUBRO | 2025

Anfavea apresenta

Caminhos da Descarbonização: a pegada de carbono no ciclo de vida do veículo



Objetivo

- Pela primeira vez no país, um estudo avalia as emissões de CO₂ em todo o ciclo de vida do veículo, comparando-as com outros países
- O estudo foi feito em parceria com o BCG ao longo de 2025



Ciclo de Vida



É uma análise quantitativa dos impactos ambientais de um produto, processo ou serviço em todas as suas etapas - da produção ao descarte



Conceito conhecido tecnicamente como **“do berço ao túmulo”**



Berço ao Túmulo

O estudo consolida referências públicas e dados consagrados em relação ao setor nos países analisados

Tipos de veículos considerados



- Massa e composição de materiais padronizadas e mesmo perfil de eficiência energética em todas as geografias
- **Veículos leves médios:** motor de ciclo Otto, híbridos e elétricos com vida útil de 160 mil km
- **Veículos pesados:**
Caminhão urbano com vida útil de 300 mil km
Ônibus urbano com vida útil de 700 mil km
Caminhão longa distância com vida útil de 700 mil km

Produção e Montagem



- Materiais considerados como do país de origem
- Baterias produzidas no local (exceto Brasil, onde há dois cenários com baterias importadas)
- Inclui consumo energético da fabricação de peças, montagem final e transporte

Uso



- Mistura de biocombustíveis e combustíveis fósseis definida com base no consumo médio por país e diretrizes do programa Combustível do Futuro
- Manutenção limitada à substituição de pneus e troca de óleo do motor

Fim de Vida



- Impacto principal relacionado ao consumo de energia para o descarte
- Créditos de reciclagem aplicados a materiais selecionados, quando houver recuperação viável



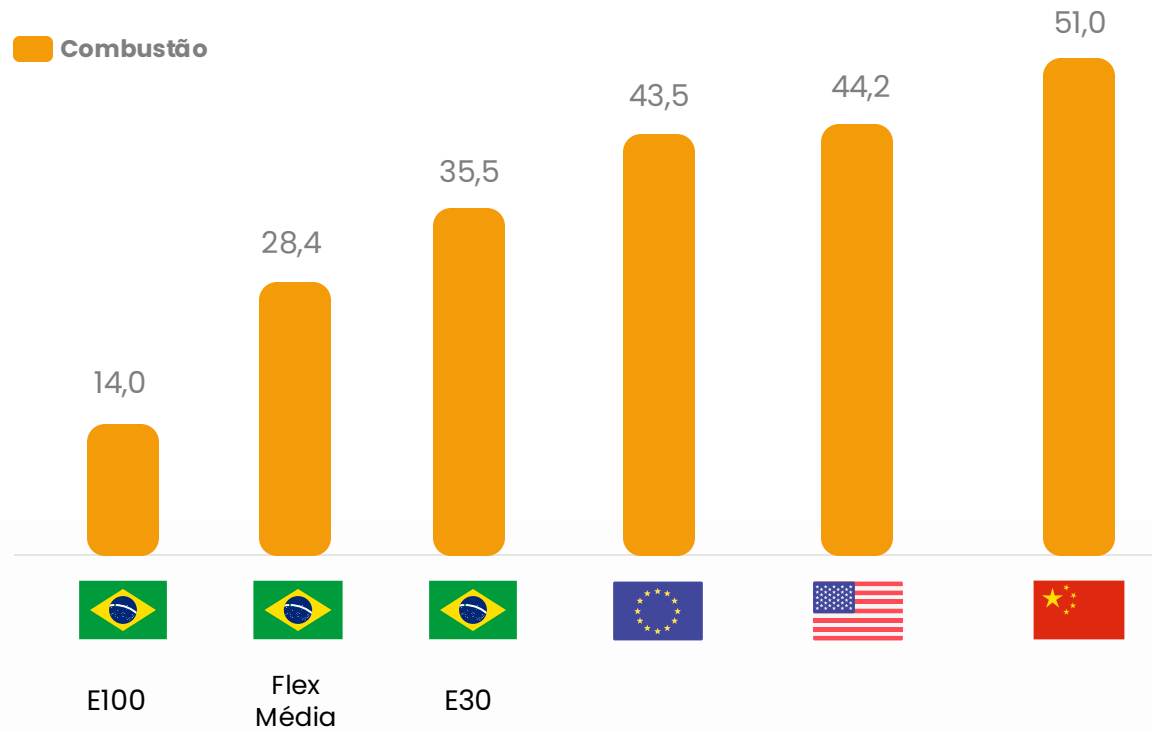
Achados Veículos Leves



Automóveis a combustão

Abastecer um carro flex apenas com etanol reduz emissões em 60% frente ao uso de somente gasolina

Emissões de veículos leves ao longo da vida por país de produção e uso (ton CO₂ e/vida útil)



*Automóvel de passeio médio



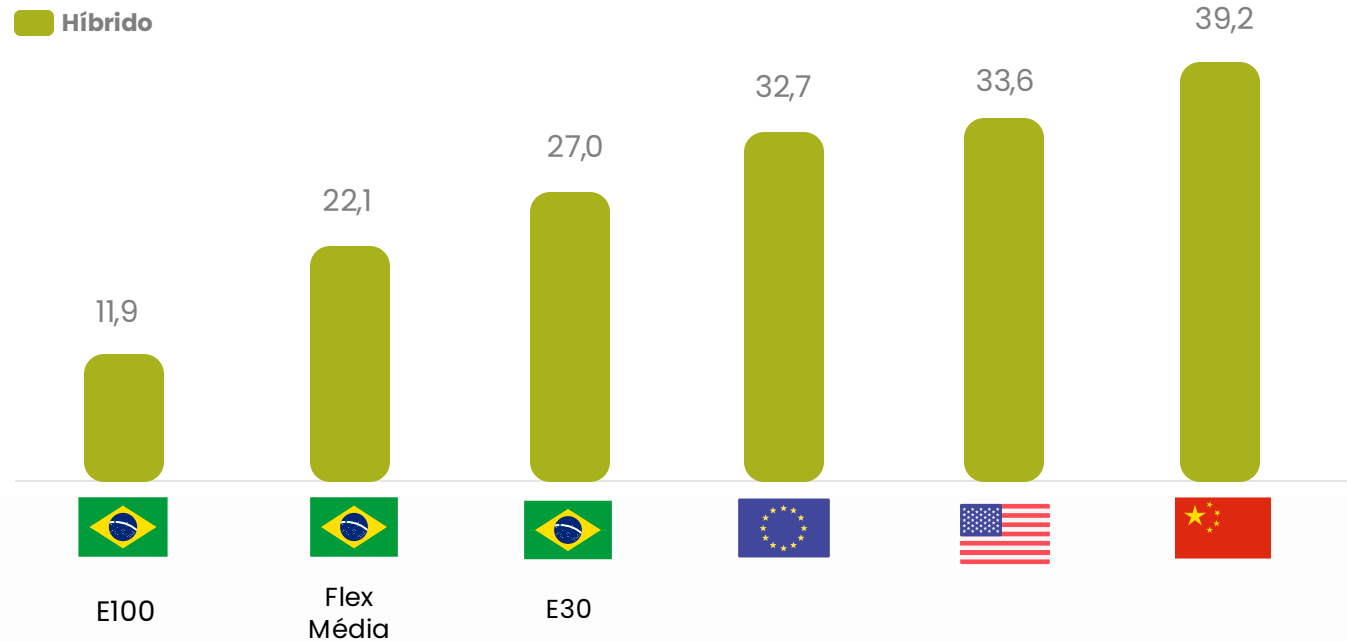
Achados Veículos Leves



Automóveis híbridos*

Híbridos brasileiros flex e movidos a etanol têm pegada de carbono muito menor frente aos híbridos no exterior

Emissões de veículos leves ao longo da vida por país de produção e uso (ton CO₂ e/vida útil)



*Híbrido full



Achados Veículos Leves

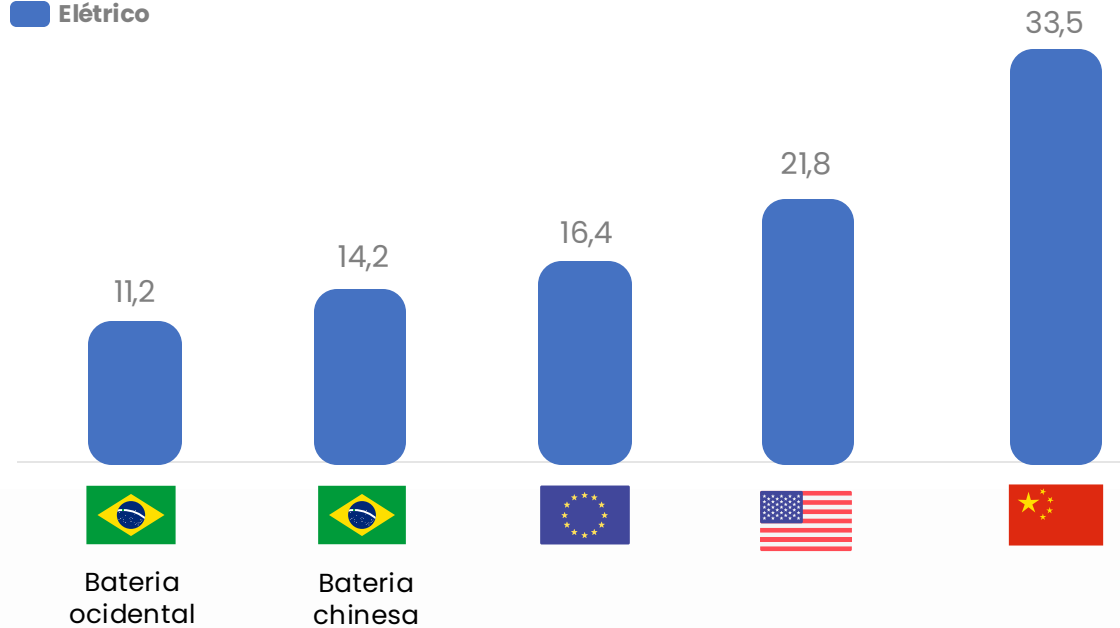


Automóveis 100% elétricos

Elétrico rodando no
Brasil emite menos da
metade do chinês
rodando no país asiático

Emissões de veículos leves ao longo da vida por país de produção e uso (ton CO₂ e/vida útil)

■ Elétrico



*Automóvel de passeio médio



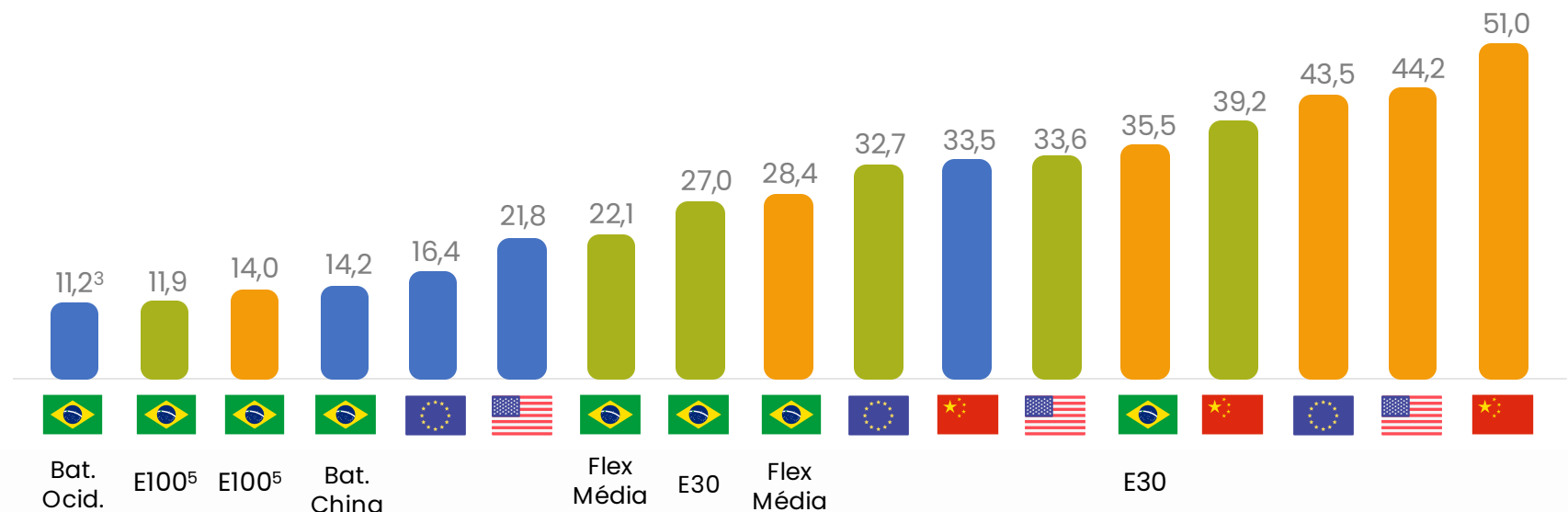
Achados Veículos Leves



Brasil tem os **automóveis*** com menor emissão de CO₂ do planeta

Emissões de veículos leves ao longo da vida por país de produção e uso (ton CO₂ e/vida útil)

Elétrico Híbrido Combustão



*Automóvel de passeio médio

1. Brasil Média: ~33% etanol hidratado e ~67% gasolina (com 30% etanol anidro). 2. Considera baterias de fontes ocidentais, resultando em emissões de 10,8 tonCO₂e (bateria Europa) a 11,7 ton CO₂e (bateria EUA). 3. Média das emissões de veículos elétricos com baterias ocidentais. 4. Brasil E30: uso exclusivo de gasolina (30% etanol anidro). 5. Brasil E100: 100% etanol. Teor de etanol na gasolina por região: Brasil (30%), EUA (10%), China (2%), Europa (7%). Considera apenas motor de ciclo Otto. Fontes: GREET (Argonne National Laboratory), Joanneum Research (2022), Steel Benchmarking Report, Aluminum Benchmarking Report, ABAL, EPE, ICCT (Comparison of the Life-Cycle GHG Emissions of Combustion Engine and Electric Passenger Cars), Green NCAP (Life Cycle Assessment Methodology and Data), IEA (LCA Methodology e fatores de emissão da matriz energética por região), European Commission, European Environment Agency, PROCONVE, INMETRO, International Cooper Association, ANP, análise BCG.

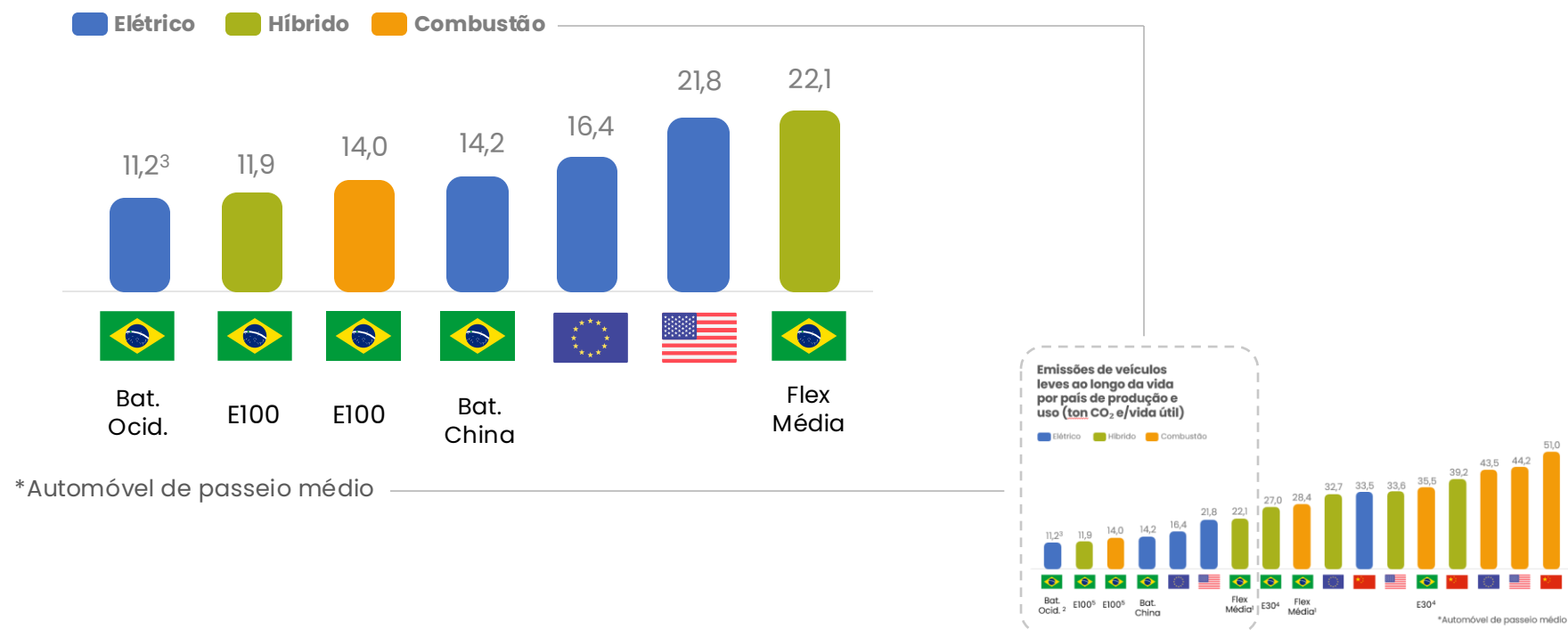


Achados Veículos Leves



Automóvel* brasileiro movido a etanol tem emissão menor do que elétrico com bateria chinesa rodando no Brasil

Brasil parte de base mais limpa se deve à matriz elétrica 90% renovável, o que reduz a pegada de carbono em toda a cadeia





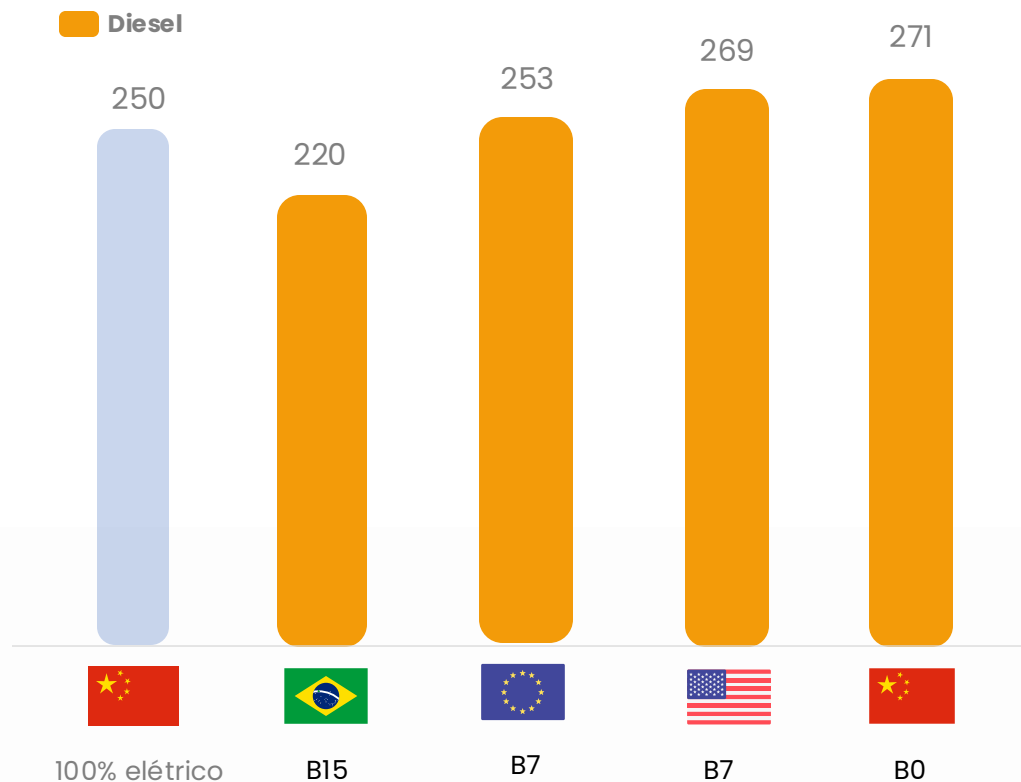
Achados Caminhões Urbanos



Caminhões urbanos a diesel

Nosso caminhão a diesel com 15% de biodiesel emite menos que um 100% elétrico na China

Emissões de veículos pesados ao longo da vida por país de produção e uso (ton CO₂ e/vida útil)



*Veículo Urbano de Carga (VUC)



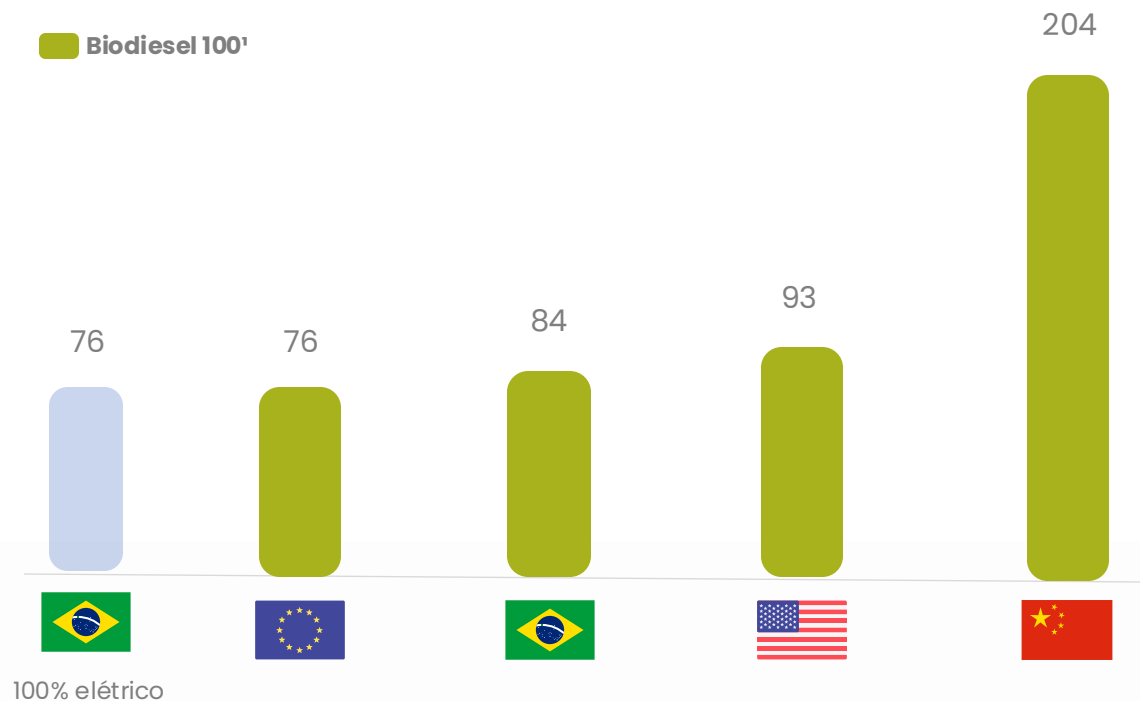
Achados Caminhões Urbanos



Caminhões urbanos a biodiesel 100

Embora ainda nicho no Brasil, o caminhão 100% a biodiesel descarboniza quase como um elétrico

Emissões de veículos pesados ao longo da vida por país de produção e uso (ton CO₂ e/vida útil)



*Veículo Urbano de Carga (VUC)

¹ Biodiesel 100: uso limitado no mercado



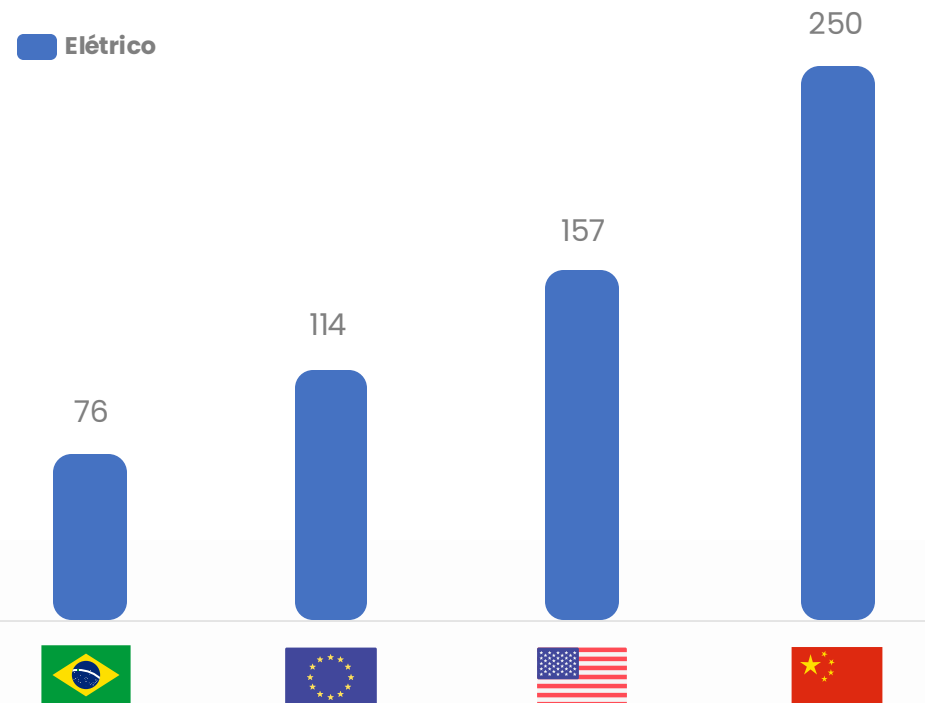
Achados Caminhões Urbanos



Caminhões urbanos 100% elétricos

Elétrico chinês rodando
na China emite mais
que o triplo do brasileiro
rodando no Brasil

Emissões de veículos pesados ao longo da vida por país de produção e uso (ton CO₂ e/vida útil)



*Veículo Urbano de Carga (VUC)

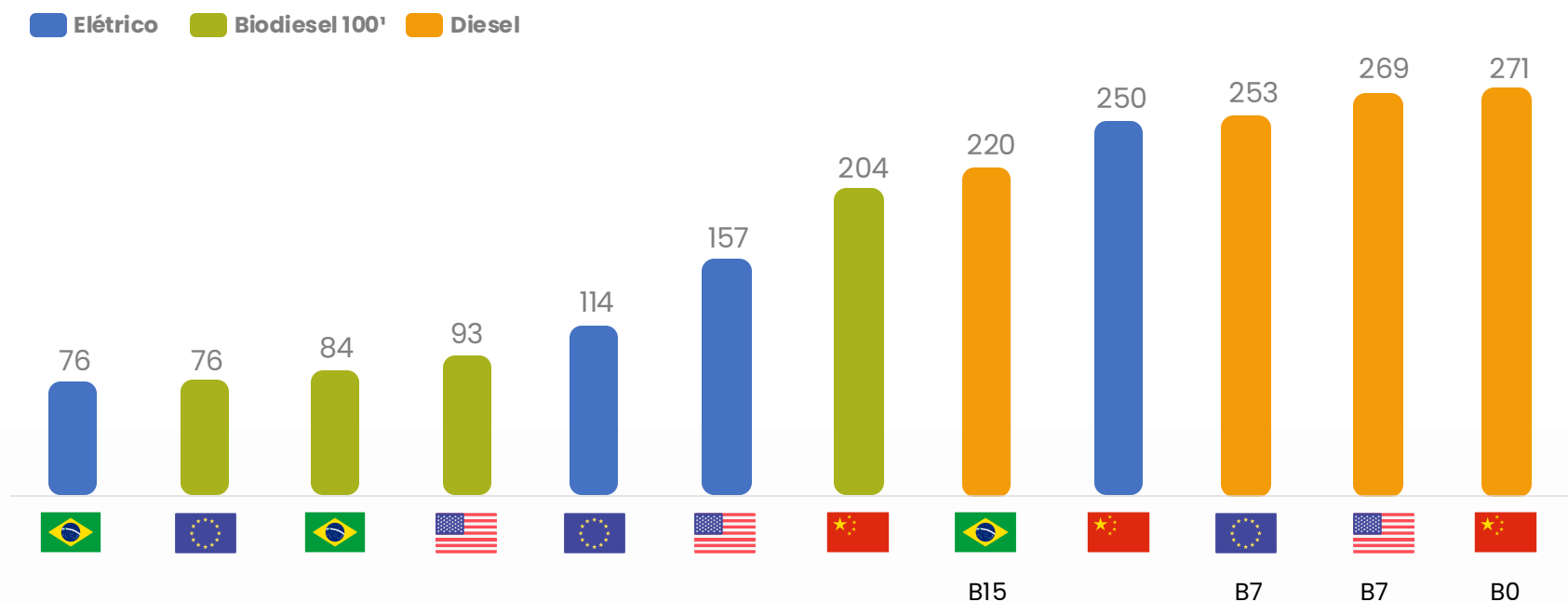


Achados Caminhões Urbanos



Brasil tem os **caminhões urbanos*** com menor nível de emissões de CO₂ do planeta

Emissões de veículos pesados ao longo da vida por país de produção e uso (ton CO₂ e/vida útil)



*Veículo Urbano de Carga (VUC)

¹ Biodiesel 100: uso limitado no mercado



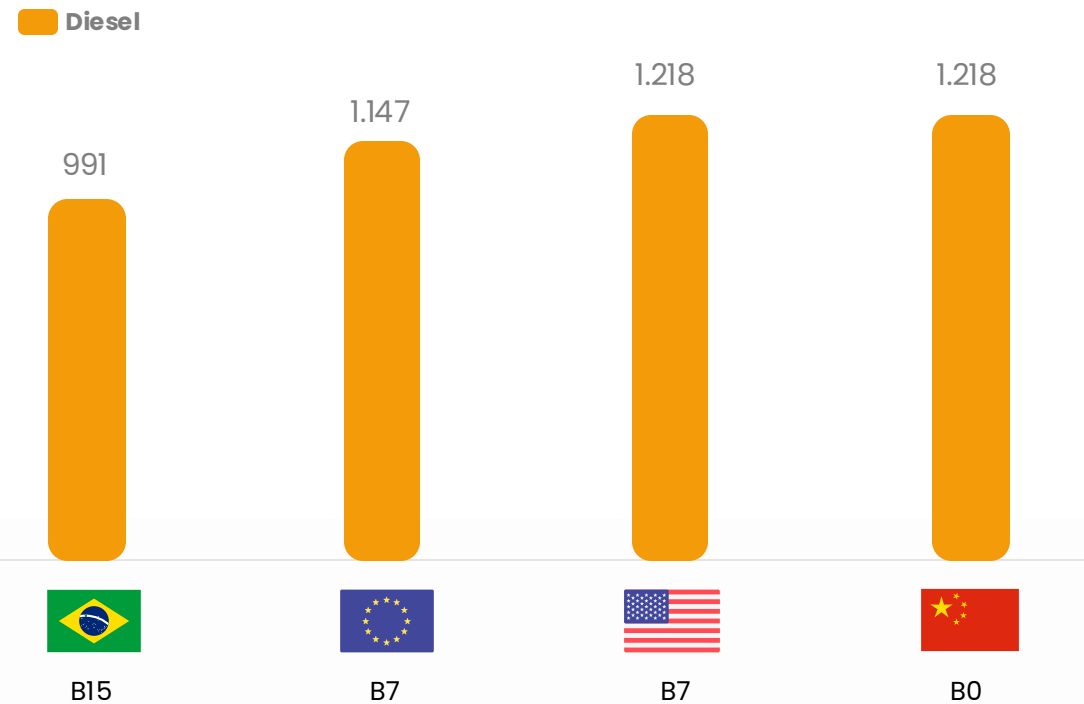
Achados Ônibus Urbanos



Ônibus urbanos a diesel

Ônibus a diesel no Brasil é o que menos emite no mundo, por conta dos 15% de biodiesel adicionados

Emissões de veículos pesados ao longo da vida por país de produção e uso (ton CO₂ e/vida útil)



*Ônibus urbano padrão



Achados Ônibus Urbanos

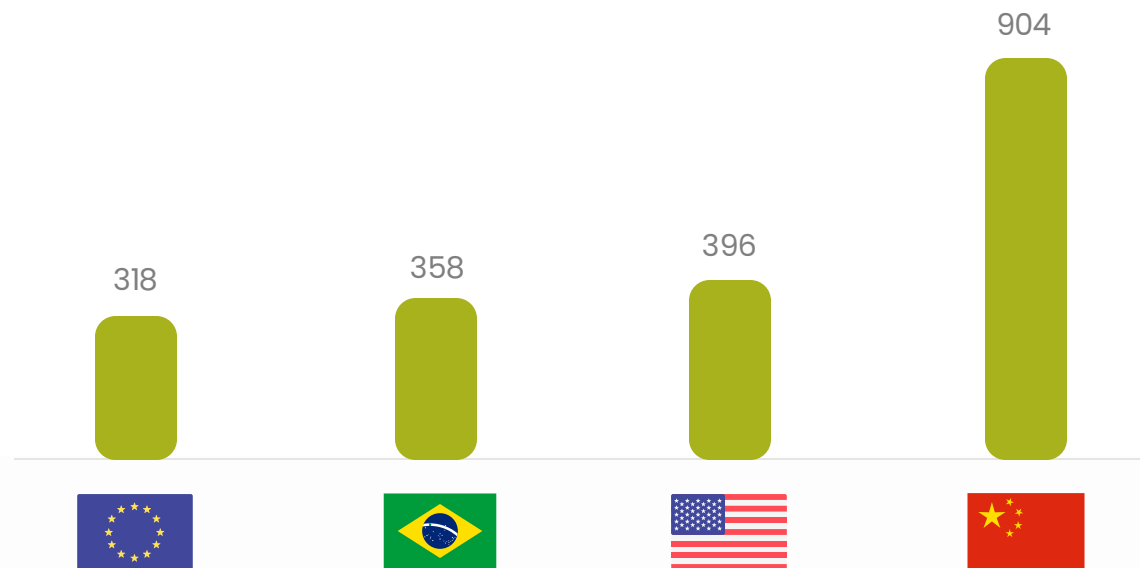


Ônibus urbanos a biodiesel 100

B100 é alternativa para
descarbonização no Brasil,
com menos emissões que
elétricos na China e nos EUA

Emissões de veículos pesados ao longo da vida por país de produção e uso (ton CO₂ e/vida útil)

Biodiesel 100



*Ônibus urbano padrão



Achados Ônibus Urbanos

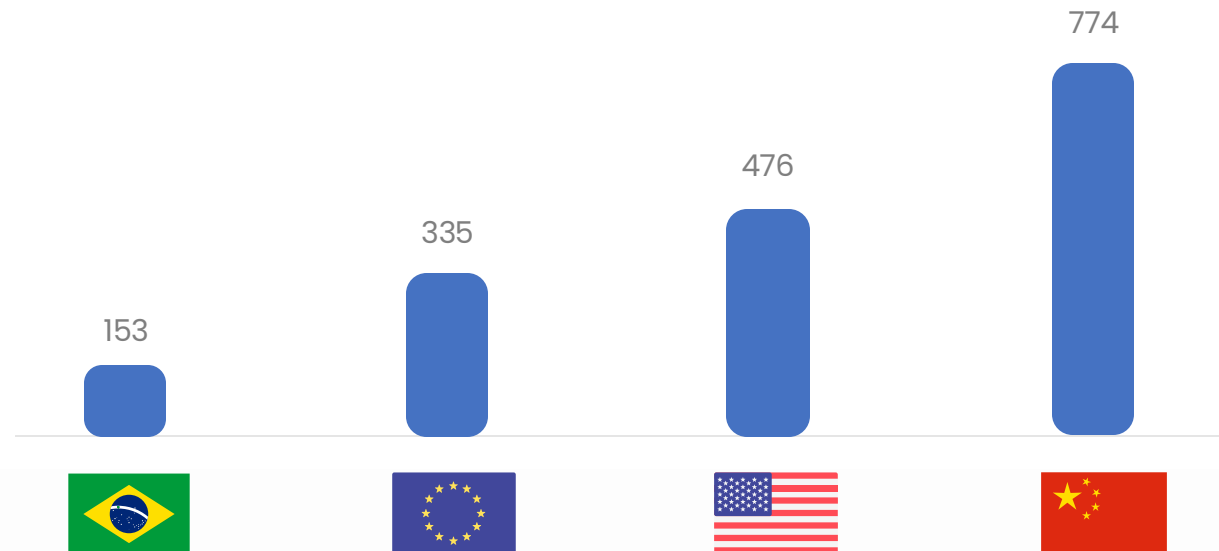


Ônibus urbanos 100% elétricos

O ônibus elétrico na China emite cinco vezes mais que o similar brasileiro

Emissões de veículos pesados ao longo da vida por país de produção e uso (ton CO₂ e/vida útil)

■ Elétrico



*Ônibus urbano padrão

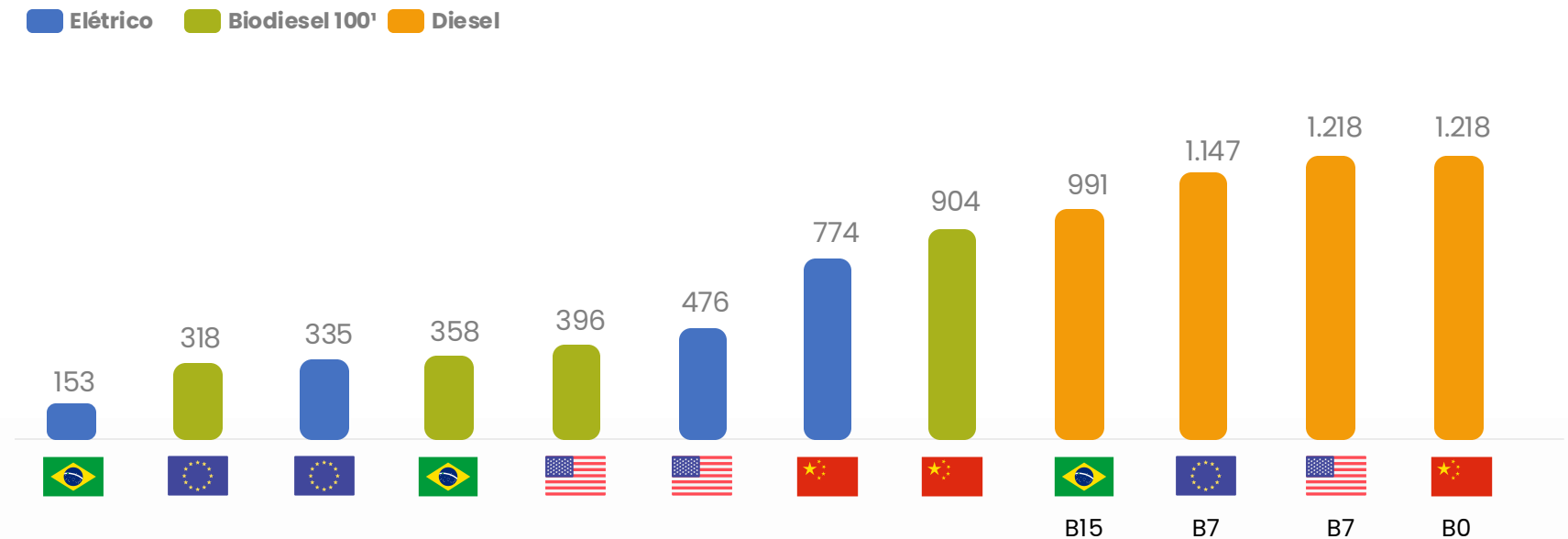


Achados Ônibus Urbanos



Brasil tem os **ônibus urbanos*** com menor pegada de carbono do planeta: elétrico brasileiro rodando aqui tem o melhor desempenho

Emissões de veículos pesados ao longo da vida por país de produção e uso (ton CO₂ e/vida útil)



*Ônibus urbano padrão

¹ Biodiesel 100: uso limitado no mercado



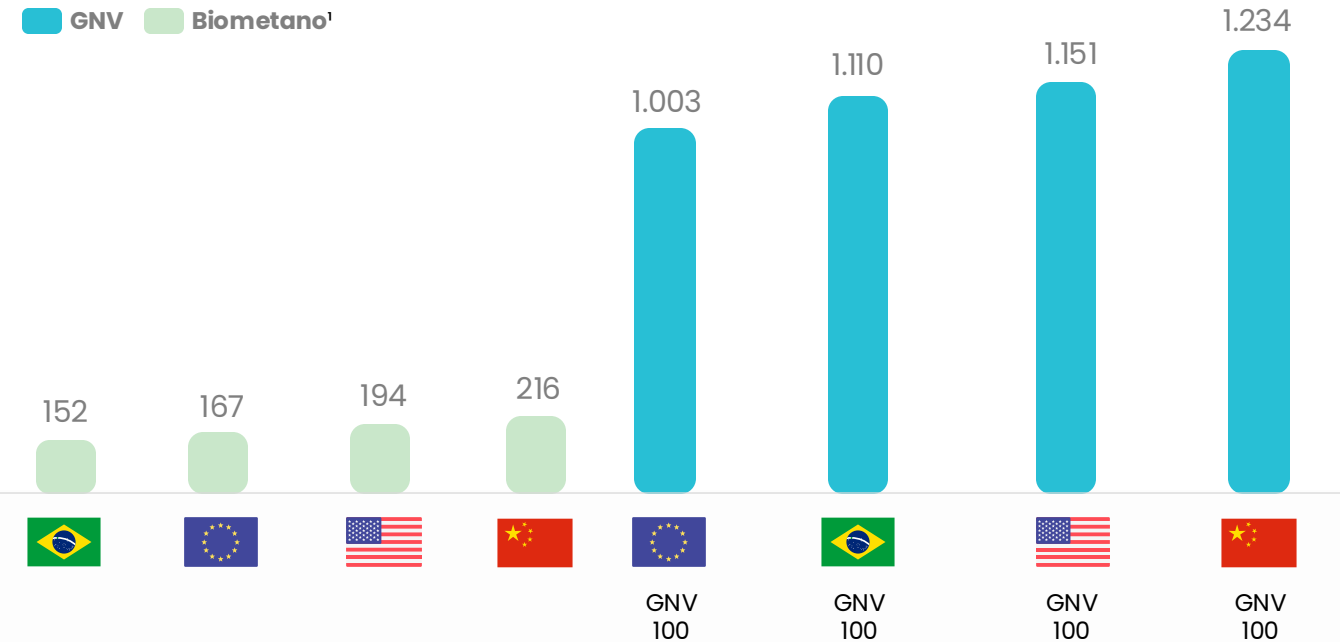
Achados Caminhões rodoviários



Caminhões rodoviários a GNV ou Biometano

Biometano é alternativa mais limpa para longas distâncias, com o Brasil se destacando sobre outros países

Emissões de veículos pesados ao longo da vida por país de produção e uso (ton CO₂ e/vida útil)



¹ Biometano: uso limitado no mercado



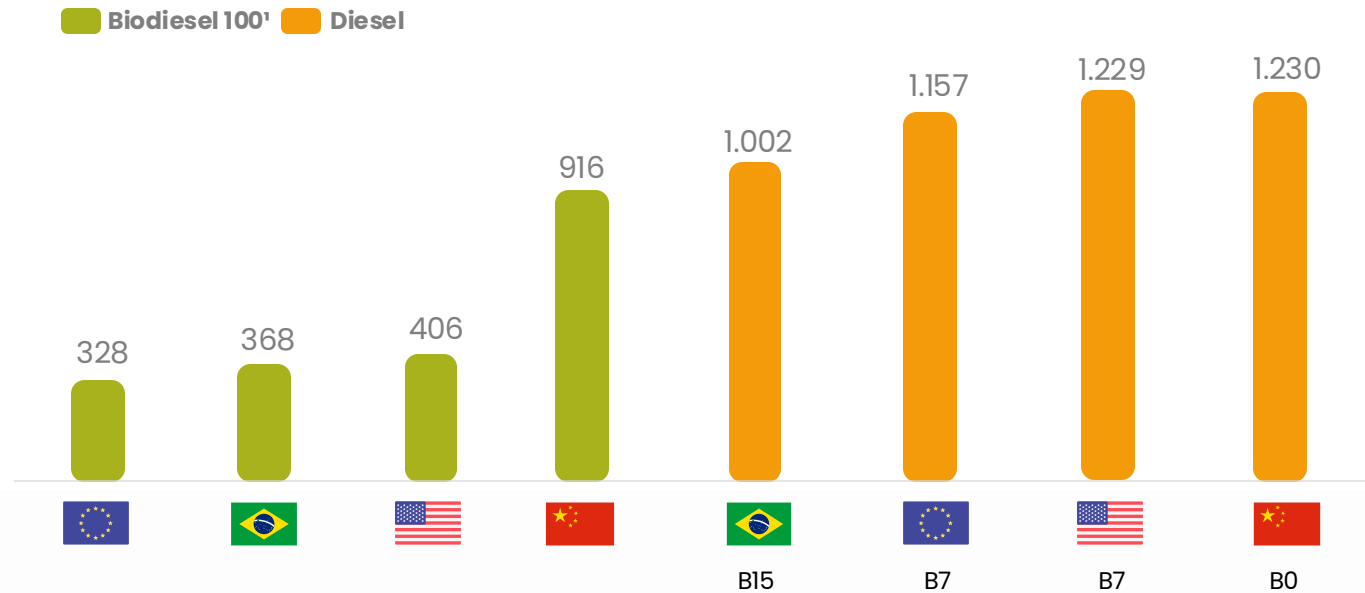
Achados Caminhões rodoviários



Biodiesel 100 ou diesel

Biodiesel é a grande vantagem do Brasil para caminhões rodoviários, seja 100% ou 15% (B15)

Emissões de veículos pesados ao longo da vida por país de produção e uso (ton CO₂ e/vida útil)



¹ Biodiesel 100: uso limitado no mercado

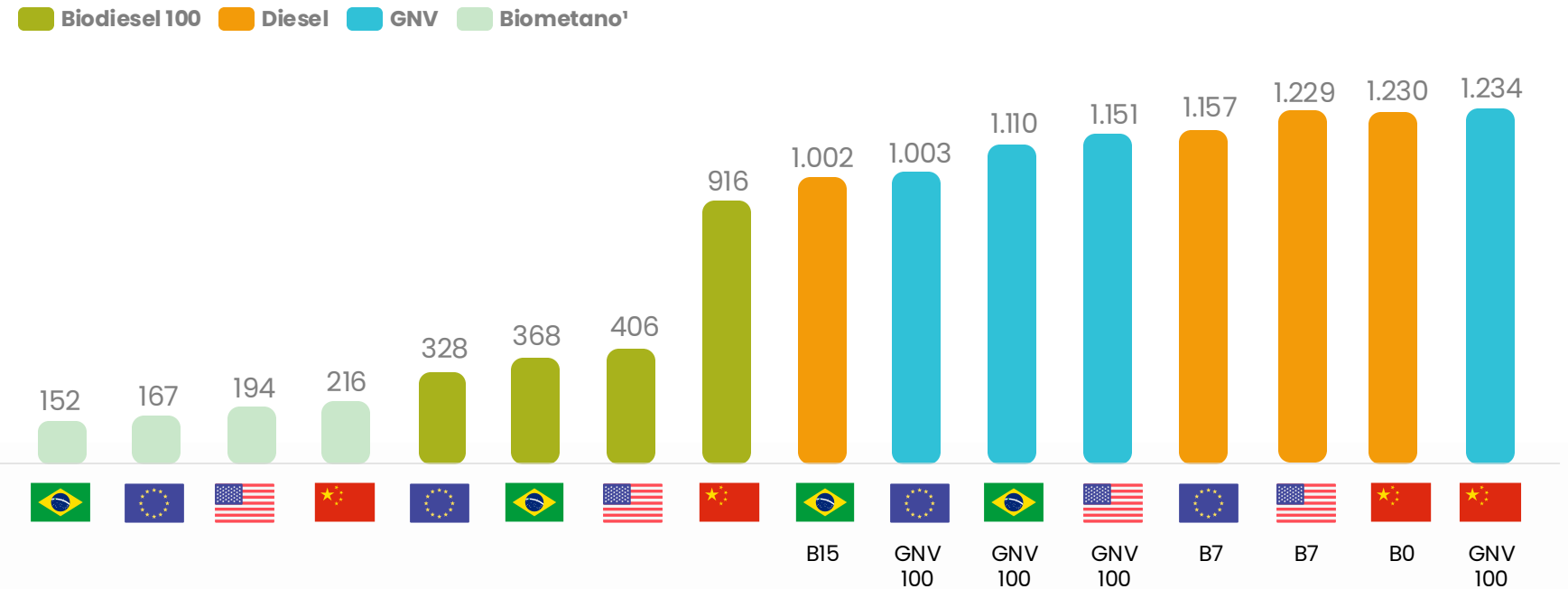


Achados Caminhões rodoviários



Brasil tem os **caminhões rodoviários** a diesel e a biometano com menores emissões de CO₂ do planeta

Emissões de veículos pesados ao longo da vida por país de produção e uso (ton CO₂ e/vida útil)



¹ Biometano: uso limitado no mercado



Emissões por etapas
do ciclo de vida
Combustão



Produção e Montagem Produção - Bateria Uso Fim de Vida



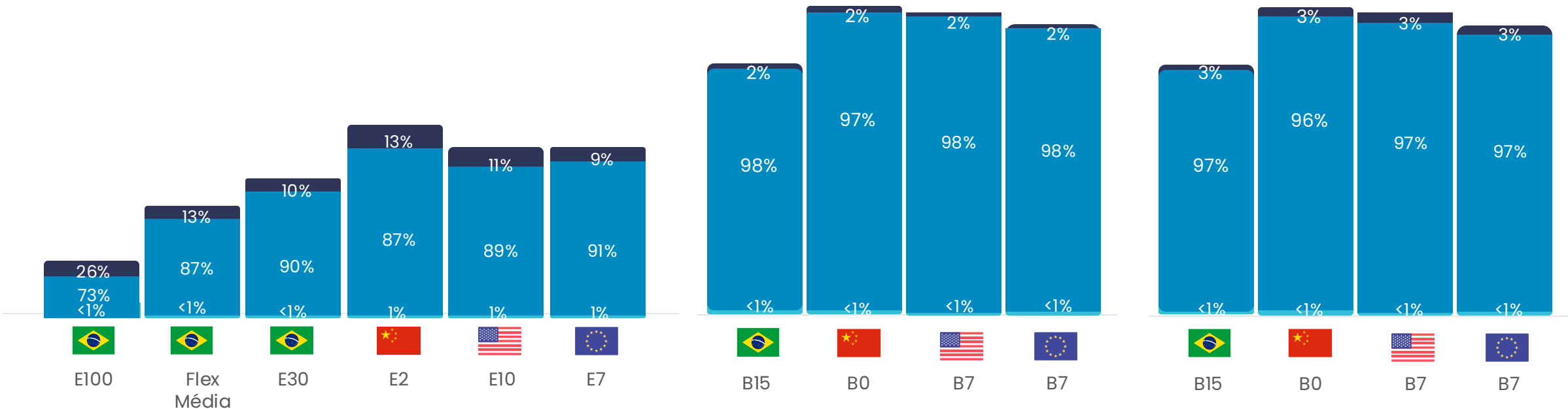
Automóvel



Ônibus Urbano | Diesel



Caminhão Rodoviário | Diesel



Nota: 1. Brasil Média: ~33% etanol hidratado e ~67% gasolina (com 30% etanol anidro). 2.Nicho de mercado Brasil E30: uso exclusivo de gasolina (30% etanol anidro). Brasil E100: 100% etanol. Teor de etanol na gasolina por região: Brasil (30%), EUA (10%), China (2%), Europa (7%). Considera apenas motor de ciclo Otto. B15: mistura com 15% de biodiesel, conforme diretrizes do programa Combustível do Futuro; B7: mandato médio de 7% na Europa e nos EUA. B100: 100% biodiesel. Considera-se biometano sem ILUC, com os seguintes fatores de emissão (gCO₂e/MJ): Brasil: 8,35 (EPE); Europa: 9,61 (estimado); EUA: 11,26 (LCFS); China: 12,35 (estimado). Fontes: PROCONVE, CONAMA, GREET (Argonne National Laboratory), ICCT, IEA, EPE, JOANNEUM RESEARCH (2022), Steel Benchmarking Report, Aluminum Benchmarking Report, ABAL, Green NCAP, International Copper Association, Combustível do Futuro, LCFS, "Energy consumption and GHG emissions of six biofuel pathways by LCA in the People's Republic of China", European Environment Agency, China Products Carbon Footprint Factors Database, análise BCG.

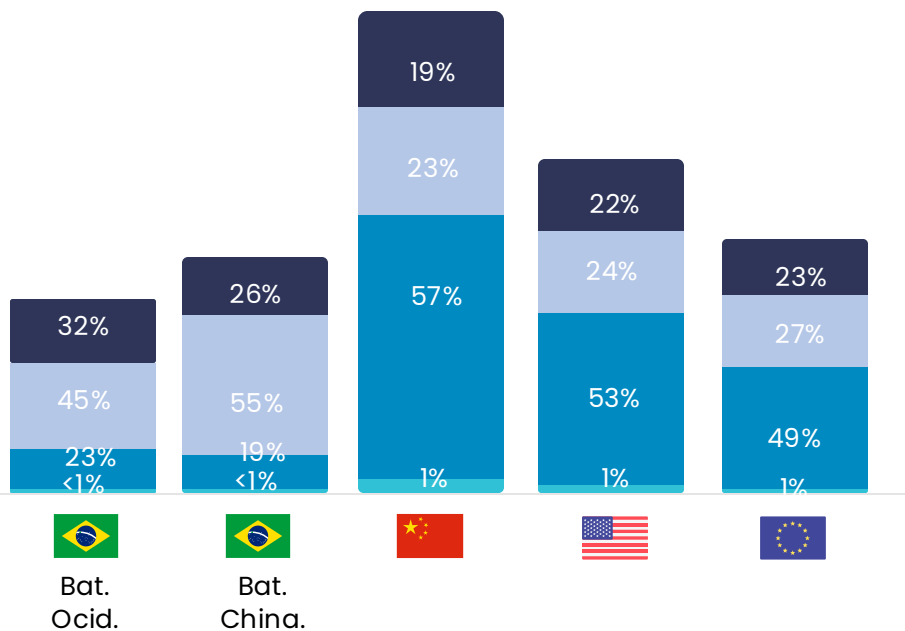


Emissões por etapas do ciclo de vida Elétricos

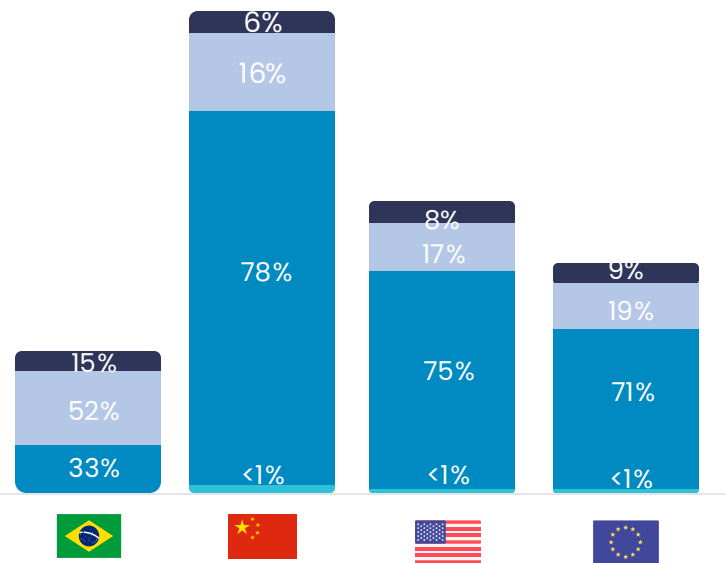


Produção e Montagem
Produção - Bateria
Uso
Fim de Vida

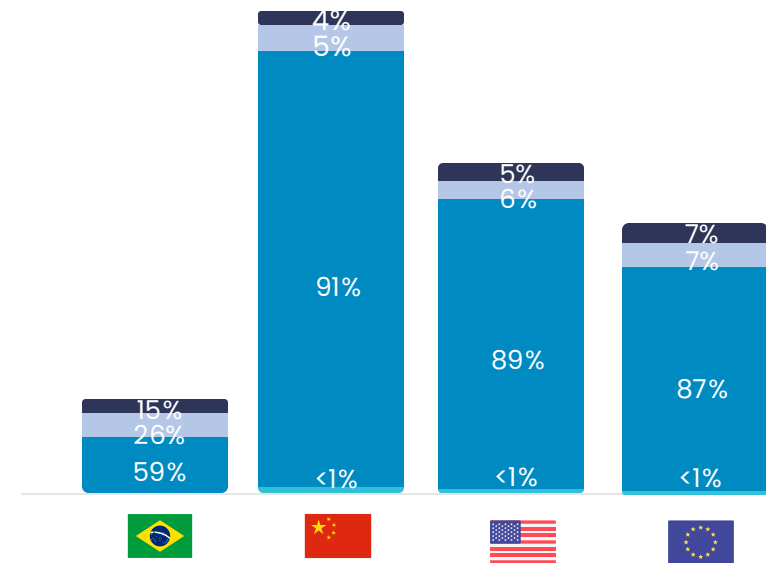
Automóvel



Caminhão Urbano

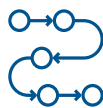


Ônibus Urbano





Como cenários diversos podem contribuir para os caminhos de descarbonização do Brasil



Mapeamos a pegada de carbono dos veículos leves e pesados no Brasil, cobrindo todas as etapas do ciclo de vida e comparando diferentes tecnologias e segmentos com EUA, Europa e China



O Brasil se destaca hoje, especialmente pelo uso de biocombustíveis e pela matriz elétrica limpa – 90% renovável



Fotografia é estática, ancorada no ecossistema de 2024 e não capta integralmente **movimentos já em curso**: compromissos climáticos, decisões tecnológicas da indústria e mudanças regulatórias nos grandes mercados



Vamos agora mapear múltiplos cenários ao longo do ciclo de vida dos veículos e simular potenciais trajetórias futuras, testando como mudanças nesses vetores críticos podem redesenhar a pegada do Brasil

Construímos múltiplos cenários com o potencial impacto em emissões, buscando responder a algumas perguntas:

Produção verde: Qual o impacto na redução das emissões se a produção de aço e de alumínio seguisse rotas mais limpas, com redução de 15% conforme Plano Clima Industrial?

Eficiência de motores: Qual o impacto na redução das emissões com a melhoria de 12% na eficiência energética, conforme metas do programa Mover?

Baterias limpas: Qual o impacto nas emissões se as baterias usadas no Brasil fossem produzidas com tecnologias até 44% mais limpas, conforme estudo do Green NCAP?

Reciclagem de Baterias: Qual o impacto adicional na redução de emissões com a reciclagem de até 15% das baterias, conforme projeções da Transport & Environment?



Potencial de redução de emissões por etapas do ciclo de vida | **AUTOMÓVEIS**

Emissão atual (Ton CO2e)

28,4
combustão

22,1
híbrido

14,2
elétrico

Insumos verdes

Redução de 15% na produção de aço e alumínio – Plano Clima Industrial

1%
combustão

2%
híbrido

3%
elétrico

Baterias Limpas

Redução de 44% na produção das baterias usadas no Brasil – Green NCAP

1%
híbrido

24%
elétrico

Eficiência Elétricos

Ganho de 20% em eficiência energética do veículo – ICCT

14%
elétrico

Transição elétrica

Impacto caso o Brasil e outros países atinjam compromissos para matriz elétrica – IEA

1%
combustão

2%
híbrido

36%
elétrico

Eficiência de Motores

Melhoria de 12% na eficiência energética – Mover

9%
combustão

8%
híbrido

Etanol

Impacto da melhor eficiência no Brasil – Combustível do Futuro e Estudo Anfavea / BCG 2024

13%
combustão

12%
híbrido

Baterias

Reciclagem de até 15% das baterias – Transport & Environment

1%
híbrido

3%
elétrico

Materiais

Aumento do conteúdo reciclado de 2% para 50% – Plano Nacional de Resíduos Sólidos

3%
combustão

5%
híbrido

7%
elétrico



Potencial de redução de emissões por etapas do ciclo de vida | **CAMINHÕES**

Emissão atual (Ton CO2e)

220
Urbano Diesel

76
Urbano Elétrico

1.002
Rodoviário Diesel

1.110
Rodoviário GNV

Insumos verdes

Redução de 15% na produção de aço e alumínio – Plano Clima Industrial

1%	2%	< 1%	< 1%
Urbano Diesel	Urbano Elétrico	Rodoviário Diesel	Rodoviário GNV

Baterias Limpas

Redução de 44% na produção das baterias usadas no Brasil – Green NCAP

22%
Urbano Elétrico

Eficiência Elétricos

Ganho de 20% em eficiência energética do veículo – ICCT

17%
Urbano Elétrico

Transição elétrica

Impacto caso o Brasil e outros países atinjam compromissos para matriz elétrica – IEA

47%
elétrico

Biocombustíveis

Impacto da melhor eficiência no Brasil – Combustível do Futuro e Estudo Anfavea / BCG 2024

10%	11%	9%
Urbano Diesel	Rodoviário Diesel	Rodoviário GNV

Baterias

Reciclagem de até 15% das baterias – Transport & Environment

3%
elétrico

Materiais

Aumento do conteúdo reciclado de 2% para 50% – Plano Nacional de Resíduos Sólidos

2%	5%	1%	1%
Urbano Diesel	Urbano Elétrico	Rodoviário Diesel	Rodoviário GNV



Potencial de redução de emissões por etapas do ciclo de vida | **ÔNIBUS**

Emissão atual (Ton CO2e)

220

Urbano Diesel

76

Urbano Elétrico

Insumos verdes

Redução de 15% na produção de aço e alumínio – Plano Clima Industrial

< 1%

Urbano Diesel

2%

Urbano Elétrico

Baterias Limpas

Redução de 44% na produção das baterias usadas no Brasil – Green NCAP

11%

Urbano Elétrico

Eficiência Elétricos

Ganho de 20% em eficiência energética do veículo – ICCT

17%

Urbano Elétrico

Transição elétrica

Impacto caso o Brasil e outros países atinjam compromissos para matriz elétrica – IEA

60%

elétrico

Biodiesel

Impacto da melhor eficiência no Brasil – Combustível do Futuro e Estudo Anfavea / BCG 2024

11%

Urbano Diesel

Baterias

Reciclagem de até 15% das baterias – Transport & Environment

3%

Urbano Elétrico

Materiais

Aumento do conteúdo reciclado de 2% para 50% – Plano Nacional de Resíduos Sólidos

1%

Urbano Diesel

4%

Urbano Elétrico

Conclusões



Carros elétricos têm quase metade de suas emissões na fase de produção e descarte das baterias



Descarbonização exige atuação de todos os setores da economia: necessidade de esforços conjuntos de produção, uso e suprimentos.



Brasil parte de uma base mais limpa, devido à matriz elétrica 90% renovável e energética 50% renovável, o que reduz a pegada de carbono em todo o ciclo de vida



O Brasil tem os veículos mais sustentáveis entre os principais mercados do mundo



A mesma tecnologia automotiva apresenta pegada de carbono distinta em diferentes países



Automóvel com menor pegada de carbono existente hoje no mercado é o brasileiro movido a etanol, seja flex ou híbrido flex



Veículo com maior pegada de carbono é o chinês a combustão, rodando na própria China



Embora o descarte não tenha um grande impacto direto na descarbonização, **a reciclagem traz efeitos indiretos ao estimular a renovação de frota e reduzir a produção de insumos**



Biocombustíveis e tecnologia flex formam uma vantagem única para o Brasil, permitindo reduzir emissões já, enquanto a eletrificação ganha escala



Automóveis a combustão **têm de 87% a 91% de suas emissões durante o uso**



Veículos pesados: eletrificação é viável em rotas curtas, mas biocombustíveis são essenciais para longas distâncias

Obrigado

www.anfavea.com.br

 [LinkedIn](#)
[/anfavea](#)

 [Instagram](#)
[@anfavea_oficial](#)

Anfavea 