

Motores Térmicos

8° Semestre

4° ano

24 Evolução de Motores - Tópicos

- ▶ Introdução
- ▶ Óleos Vegetais In Natura
- ▶ Biodiesel
- ▶ Etanol C_2H_6O
- ▶ Metanol CH_4O
- ▶ Propano
- ▶ Gás Natural Comprimido (CNG)
- ▶ Veículos eléctricos
- ▶ Tecnologia de células de combustível
- ▶ Eficiência das Instalações
- ▶ Veículos híbridos
- ▶ Políticas a Implementar na Área

24.1 Introdução



A evolução dos motores reflete a busca contínua por maior eficiência, menor impacto ambiental e diversificação energética.



A transição dos combustíveis fósseis para alternativas renováveis — como óleos vegetais, biocombustíveis, gases limpos e eletrificação — resulta de avanços tecnológicos, exigências ambientais e políticas energéticas globais.



Esta aula apresenta os principais combustíveis alternativos e tecnologias emergentes, destacando seus benefícios, limitações e o papel que desempenham no futuro da mobilidade sustentável.

CAMINHOS PARA A MOBILIDADE SUSTENTÁVEL



EVOLUÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS



24.2 Óleos Vegetais In Natura



Fonte abundante e diversificada

Disponível em diversas regiões e culturas, com potencial renovável.



Processamento já dominado

Tecnologias de extração e uso já conhecidas e amplamente aplicadas.



Não contém enxofre na composição

Minimiza a emissão de SO₂ e contribui para uma combustão mais limpa.



Alta viscosidade

Dificulta a atomização e alimentação no motor, podendo exigir pré-aquecimento.



Liberta resíduos no motor

Pode causar depósitos e incrustações, prejudicando a eficiência e a vida útil do motor.



Pode libertar componentes tóxicos

Emissões de poluentes (ex.: aldeídos, hidrocarbonetos, CO) se a combustão não for completa.

24.2.1 Consequência dos Uso dos óleos *in natura* nos Motores Diesel

A utilização de óleos *in natura* (sem tratamento adequado) provoca a formação de depósitos, resíduos, carbonização e desgaste acelerado dos componentes do motor.

1

RESÍDUOS E DEPÓSITOS NO CÂRTER



Acúmulo de resíduos e depósitos que obstruem passagens de óleo, reduzem a lubrificação e aumentam a temperatura.

! Risco de gripagem do motor.

2

CARBONIZAÇÃO DO BICO INJETOR



Carbonização na ponta do bico injetor, prejudicando a atomização do combustível, aumentando o consumo e as emissões de poluentes.

! Perda de desempenho e aumento de emissões.

3

ACÚMULO DE RESÍDUOS NAS BRONZINAS (MANCAL)



Resíduos nos mancais que impede a lubrificação adequada, causando desgaste, superaquecimento e possível travamento da cambota.

! Desgaste severo e risco de falha catastrófica.

4

CARBONIZAÇÃO DA CAMBOTA E COMANDO



Acúmulo de carbono e vernizes na cambota, comando de válvulas e outros componentes, causando desgaste acelerado e perda de eficiência.

! Redução da vida útil do motor.

CONSEQUÊNCIAS GERAIS



Redução da vida útil do motor



Perda de potência e desempenho



Aumento do consumo de combustível



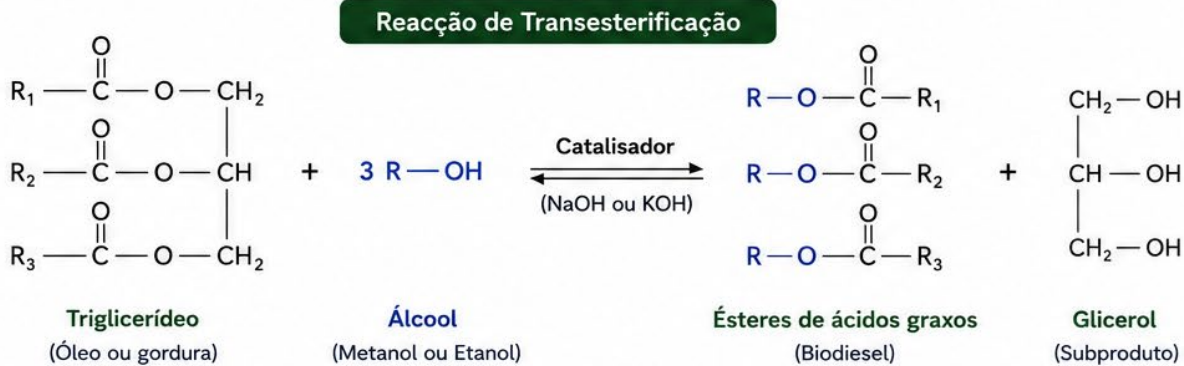
Maior emissão de poluentes



Maior necessidade de manutenção

24.3 Biodiesel

“Biodiesel é a denominação genérica para os ésteres de ácidos graxos resultantes da reacção entre um **TRIGLICERÍDEO** e um **ÁLCOOL**. A esta reacção química dá-se o nome de **TRANSESTERIFICAÇÃO**, ou seja, a transformação de um éter em outro”



Fontes de Triglicerídeos (Óleos e Gorduras)



Óleo de soja



Óleo de palma



Óleo de canola



Óleo de girassol



Gordura animal

Álcoois Utilizados



Metanol
(CH₃OH)



Etanol
(C₂H₅OH)

Principais características do biodiesel



Renovável

Produzido a partir de recursos vegetais ou gorduras animais renováveis.



Biodegradável

Apresenta elevada biodegradabilidade, reduzindo impactos ambientais.



Menores emissões

Reduz as emissões de CO, HC, partículas e CO₂.



Segurança

Maior ponto de fulgor e menor toxicidade em comparação ao diesel fóssil.



Desempenho

Menor viscosidade melhora a atomização, a combustão e reduz resíduos no motor.

Aplicação como combustível



Pode ser utilizado puro (B100) ou em misturas com o diesel de petróleo (ex.: B5, B10, B20).

23.3.1 Matérias Primas para a Produção de

GRUPO 1

Óleos e Gorduras de Animais



ORIGENS



- Matadouros
- Frigoríficos
- Curtumes

OBTENÇÃO



Extração com Água e Vapor

GRUPO 2

Óleos e Gorduras Vegetais



ORIGENS



- Agriculturas Temporárias e Permanentes

OBTENÇÃO



- Extração Mecânica
- Extração Solvente
- Extração Mista

GRUPO 3

Óleos Residuais de Frituras



ORIGENS



- Cozões
- Comerciais e Industriais

OBTENÇÃO



Acumulações e Coletas

GRUPO 4

Matérias Graxas de Esgotos



ORIGENS



- Águas Residuais das Cidades e de certas Indústrias

OBTENÇÃO



Processos em fase de Pesquisa e Desenvolvimento



A utilização de diferentes matérias-primas amplia a disponibilidade de recursos para o biodiesel, promove o aproveitamento de resíduos e contribui para a sustentabilidade ambiental.

23.3.2 Rendimento das candidatas

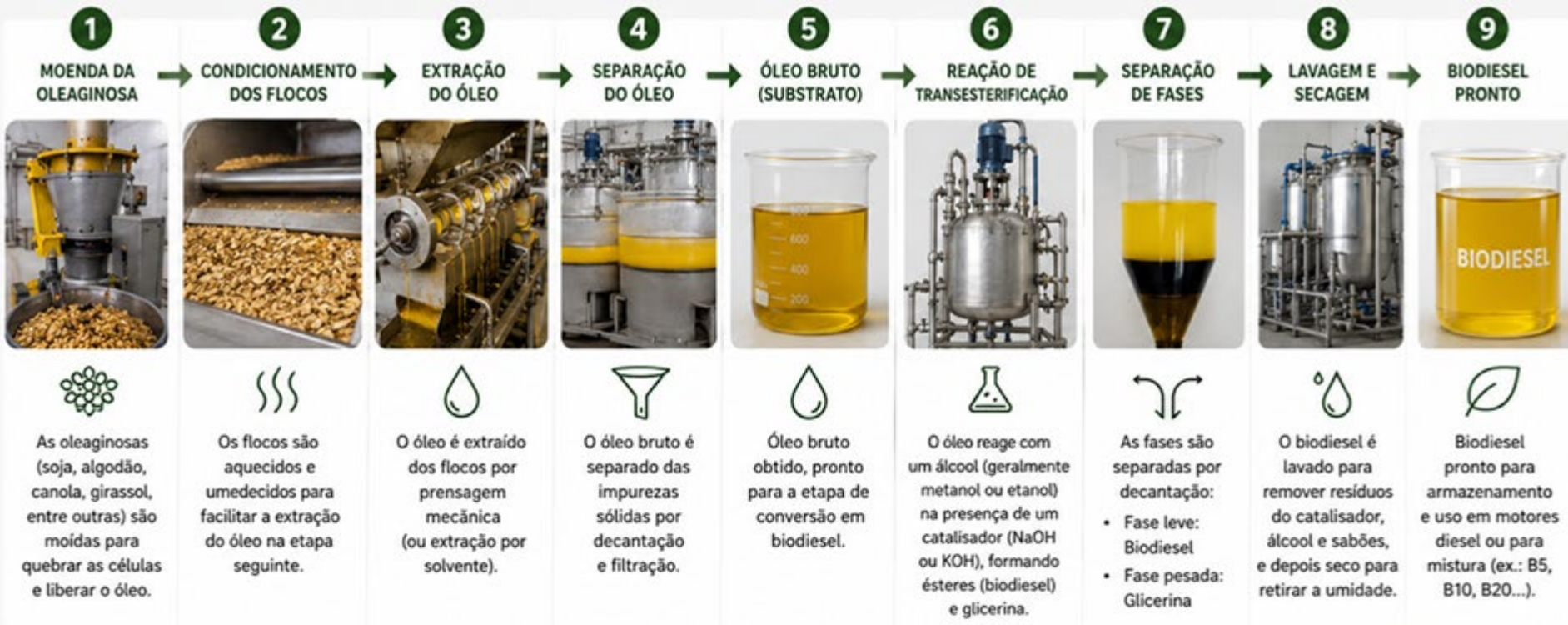


O teor de óleo varia conforme a espécie oleaginosa.

Essas diferenças influenciam diretamente o rendimento na produção de biodiesel.

Material oleaginoso		Conteúdo de óleo (%)
	Coco	66 – 68
	Babaçu	60 – 65
	Gergelim	50 – 55
	Polpa de palma (dendê)	45 – 50
	Caroço de palma (palmiste)	45 – 50
	Amendoim	45 – 50
	Colza	40 – 45
	Girassol	35 – 45
	Jatropha	30 – 35
	Açafrão	30 – 35
	Oliva	25 – 30
	Algodão	18 – 20
	Soja	18 – 20

24.3.3 Biodiesel



COPRODUTOS GERADOS



FARELO/TORTA
Rico em proteínas, é utilizado na alimentação animal.



GLICERINA BRUTA
Coproducto obtido na separação das fases, pode ser purificado para uso em diversas aplicações.

BENEFÍCIOS DO BIODIESEL

- ✓ Fonte renovável e biodegradável
- ✓ Menor emissão de poluentes
- ✓ Redução da dependência de combustíveis fósseis
- ✓ Valorização da produção agrícola



BIODIESEL: energia renovável que movimenta o presente e constrói um futuro sustentável.


24.3.4 Vantagens do Biodiesel





Fonte abundante e diversificada
(a mesma dos óleos in natura).




Ambientalmente benéfico
Não é tóxico.
É Biodegradável.




Menos poluente
Não contém enxofre na composição.




Reduz o aquecimento global
(ciclo fechado de carbono).




O Poder Calorífico, cetanagem e viscosidade são similares aos do Gasóleo mineral.



Pode ser usado no motor diesel sem qualquer alteração.



Pode ser misturado ao gasóleo mineral em qualquer proporção (B2, B5, B20).



Permite valorizar os sub-produtos de actividades agro-industriais, com a fixação do homem no campo.



Culturas regionais
Adapta-se à cultura vegetal dominante na região.



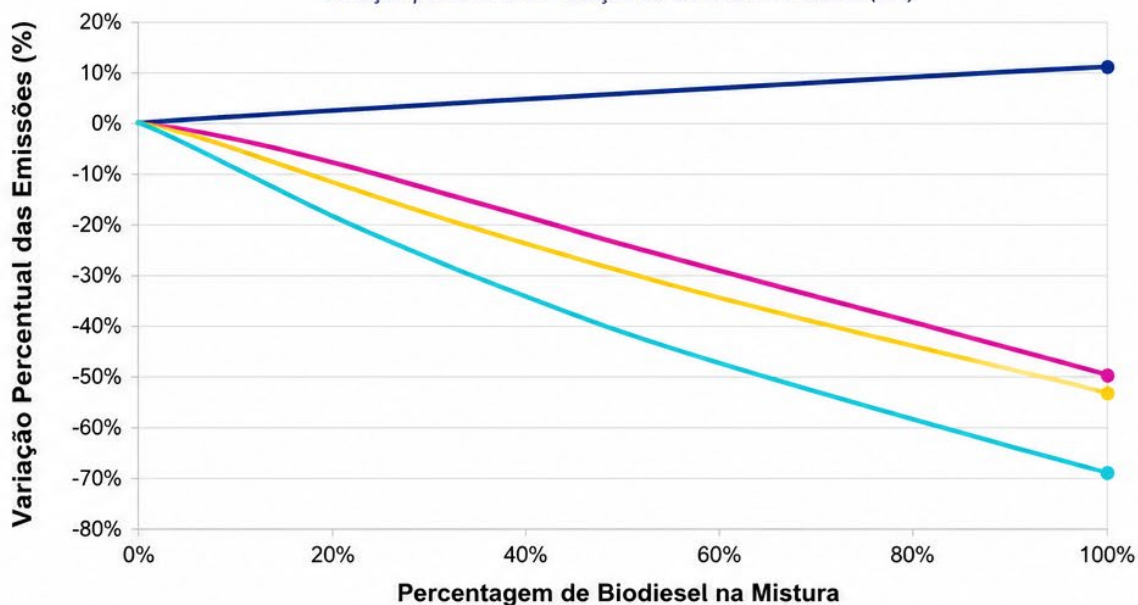
24.3.5 Benefícios Ambientais do Biodiesel



O biodiesel contribui significativamente para a **redução das emissões de poluentes** no ciclo de vida do combustível, promovendo um transporte mais limpo e sustentável.

Impacto Médio das Emissões de Biodiesel

Varição percentual em relação ao diesel convencional (0%)



NOx
Óxidos de Nitrogênio

↑ Pode ocorrer um ligeiro aumento de até ~10% em B100.



PM
Material Particulado

↓ Redução significativa de até ~50% em B100.



CO
Monóxido de Carbono

↓ Redução significativa de até ~50% em B100.



HC
Hidrocarbonetos Totais

↓ Maior redução entre os poluentes: até ~70% em B100.



Principais Benefícios Ambientais



Menor poluição do ar e melhor qualidade ambiental.



Contribui para a saúde pública e bem-estar.



Menor impacto nas mudanças climáticas (ciclo de carbono mais equilibrado).



Suporta o desenvolvimento sustentável e a transição energética.

Fonte: Adaptado de diversos estudos técnicos (EPA, 2023; ANP, 2022; Knothe, 2022).

24.4 Etanol C₂H₆O



Produzido da destilação de grão ou outra biomassa.



Índice de octano 111.



Sendo uma combinação que tem oxigênio, pode produzir **mais poder calorífico** que gasolina quando usado na mesma máquina.



Consegue-se ligeiramente **menos Potência/litro** que com gasolina o que significa que a quilometragem percorrida com este combustível será ligeiramente mais reduzida que com gasolina se nenhuma modificação interna no motor for feita.



6,20 kW h / litro vs Gasolina 8,43 kW h / litro.



O preço médio nos EUA é de **(E85 – \$1.54 regular – \$1.66)**



COMPOSIÇÃO

C₂H₆O
(Etanol)



PODER CALORÍFICO

Maior que a gasolina devido ao oxigênio na molécula.



DESEMPENHO

Ligeiramente menor potência/litro e menor quilometragem se não houver modificações no motor.



PREÇO MÉDIO NOS EUA

(E85 – \$1.54 regular – \$1.66)

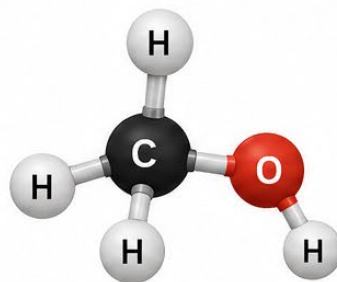
24.5 Metanol CH₄O

METANOL NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

O metanol é o álcool mais utilizado na produção de biodiesel devido ao seu menor custo e maior eficiência de reação.

Permite obter biodiesel com elevada qualidade e melhores condições de processamento industrial.

Apesar das vantagens técnicas e económicas, apresenta elevada toxicidade e requer cuidados rigorosos de manuseamento.



Fórmula estrutural: CH₃OH



Álcool simples



Produzido principalmente a partir de gás natural, carvão ou biomassa



Índice de octano ~113



Altamente corrosivo



Facilita a separação da glicerina no processo de transesterificação

VANTAGENS NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

- ✔ Mais simples que o álcool etílico
- ✔ Destilado de carvão ou gás natural
- ✔ Índice de octano 113
- ✔ Altamente corrosivo
- ✔ 4,33 kW h/litro (P CI)

USO DO METANOL NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL



O metanol é essencial para uma produção eficiente e económica de biodiesel, mas deve ser manuseado com responsabilidade devido à sua toxicidade e inflamabilidade.

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Propriedade	Valor aproximado
Fórmula química	CH ₃ OH
Massa molecular	32,04 g/mol
Densidade (20 °C)	0,792 kg/L
Poder calorífico inferior (PCI)	5,5 kWh/L
Índice de octano	113
Ponto de ebulição	64,7 °C
Ponto de fusão	-97,6 °C
Temperatura de autoignição	470 °C
Pressão de vapor (20 °C)	12,8 kPa
Solubilidade em água (20 °C)	Miscível

PREÇO INTERNACIONAL ATUALIZADO (2025–2026)

Região	Preço Médio (USD/ton)
Ásia	320 – 420
Europa	420 – 550
África Austral (importado)	500 – 700



Os preços variam conforme pureza, origem e custos logísticos.

SEGURANÇA E MANUSEAMENTO



Altamente inflamável



Vapores tóxicos



Pode causar cegueira e intoxicação severa



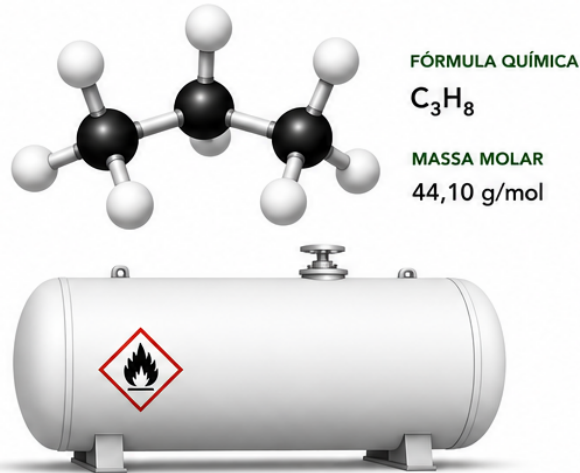
Corrosivo para alguns materiais



Requer ventilação adequada e EPI apropriado (luvas, óculos, máscara e vestuário de proteção).

24.6 Propano (C₃H₈)

É de queima limpa e eficiente, concorrendo com outros fósseis e combustíveis renováveis, na eficiência e nas emissões de gases com efeito de estufa, oferecendo vantagens adicionais de qualidade do ar. Não contém enxofre nem impurezas e a sua combustão não produz cinzas nem cheiros desagradáveis.



QUEIMA LIMPA E EFICIENTE

PROPANO



Combustão completa

- ✓ Sem cinzas
- ✓ Sem cheiro
- ✓ Sem enxofre

COMBUSTÍVEIS CONVENCIONAIS



Combustão incompleta

- ✗ Produz cinzas
- ✗ Cheiros desagradáveis
- ✗ Pode conter enxofre e impurezas

PRINCIPAIS VANTAGENS



Evapora a uma baixa temperatura

Facilita o arranque a frio e o funcionamento em climas frios.



Baixas emissões

Menor emissão de CO₂, NO_x, SO_x e partículas, contribuindo para um ar mais limpo.



Alto poder energético

Fornece elevada energia por litro, garantindo eficiência no uso.



Índice de octano 104

Excelente desempenho antidetonante, ideal para motores de alto rendimento.



Combustão limpa

Não contém enxofre nem impurezas; não produz cinzas nem cheiros desagradáveis.

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Propriedade	Valor aproximado
Fórmula química	C ₃ H ₈
Massa molar	44,10 g/mol
Densidade (15 °C)	0,510 kg/L (líquido)
Ponto de ebulição (1 atm)	-42,1 °C
Ponto de fusão	-187,7 °C
Temperatura de autoignição	470 °C
Limites de inflamabilidade (ar)	2,1 – 9,5 % (v/v)
Poder calorífico inferior (PCI)	6,5 kWh/L
Índice de octano (RON)	104

PREÇOS ATUAIS (MAI/2025)*

Preço médio internacional	
Região	Preço (USD/tonelada)
América do Norte (US Gulf)	550 – 650
Europa	650 – 800
Ásia	620 – 800
América do Sul	700 – 900
África	750 – 950

* Preços podem variar conforme a estação do ano, demanda, moeda e custos logísticos.
Fonte: Argus, ICIS, World Bank (maio/2025)

AMIGO DO AMBIENTE



- ✓ Menor emissão de gases com efeito de estufa (CO₂).
- ✓ Redução significativa de NO_x e SO_x.
- ✓ Melhora a qualidade do ar e a saúde pública.

APLICAÇÕES



Cozinha e aquecimento



Empilhadeiras e equipamentos industriais



Autogás (GLP)



Geradores de energia



O propano é um combustível versátil, seguro e eficiente, utilizado em diversas aplicações domésticas, comerciais, industriais e automotivas. Representa uma solução energética sustentável e econômica.



SEGURO QUANDO MANUSEADO CORRETAMENTE

Armazenar em locais ventilados e afastados de fontes de ignição.



INFLAMÁVEL

Manusear com cuidado e seguir normas de segurança.

24.7 Gás Natural Comprimido (CNG)

Possui melhor custo-benefício quando comparado com os outros combustíveis. Prolonga a vida útil dos equipamentos nos quais é utilizado. Reduz a necessidade de limpeza e manutenção do sistema de combustão. Possui alta eficiência no processo de queima.



FÓRMULA QUÍMICA

CH_4

MASSA MOLAR

16,04 g/mol

VANTAGENS AMBIENTAIS



Combustão mais limpa

Menores emissões de poluentes (CO_2 , NO_x , SO_x , particulados).



Menor emissão de CO_2

Contribui para a redução do efeito estufa e mudanças climáticas.



Ar mais limpo

Não produz cinzas, fuligem ou odores desagradáveis.



Fonte de energia sustentável

Combustível fóssil mais limpo e com ampla disponibilidade.

PRINCIPAIS VANTAGENS



Melhor custo-benefício

Mais econômico em comparação com outros combustíveis.



Prolonga a vida útil dos equipamentos

Menor desgaste e corrosão dos componentes do sistema.



Reduz a limpeza e manutenção

Combustão mais limpa, diminuindo resíduos e incrustações.



Alta eficiência na queima

Garante maior aproveitamento de energia e desempenho.

ARMAZENAMENTO EM ALTA PRESSÃO



Deve ser armazenado em tanques de alta pressão entre 156 e 207 bar para garantir segurança e eficiência no uso.



156 – 207 bar

PREÇOS ATUAIS (MAI/2025)*

PREÇO MÉDIO INTERNACIONAL

Região	Preço (USD/MMBtu)
América do Norte (US)	2,50 – 3,20
Europa	9,00 – 11,50
Ásia	7,50 – 10,50
América do Sul	6,00 – 8,50
África	7,00 – 9,50

* Preços podem variar conforme a estação do ano, demanda, moeda e custos logísticos.
Fonte: World Bank, IGU, EIA (maio/2025)

APLICAÇÕES



Transporte público



Transporte de cargas



Veículos leves (GNV)



Indústrias e geradores



Cogeração e caldeiras

ESPECIFICAÇÕES PRINCIPAIS



Índice de octano 130



Poder calorífico inferior (PCI) 2,942 kW h / litro



Armazenamento Tanques de alta pressão (156 – 207 bar)

SEGURANÇA



Armazenar apenas em tanques homologados e dentro da faixa de pressão recomendada (156 – 207 bar).



Seguir normas técnicas e realizar inspeções periódicas nos cilindros e conexões.



O gás natural comprimido (CNG) é uma solução eficiente, econômica e ambientalmente responsável para diversas aplicações nos setores de transporte, indústria e geração de energia.



Eficiência
Alto desempenho energético.



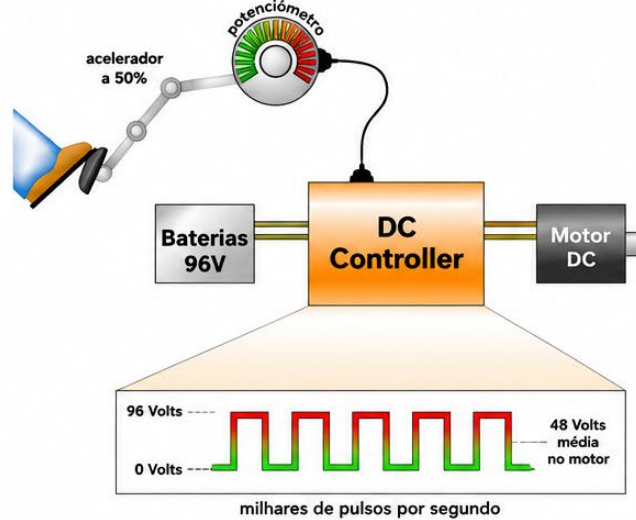
Economia
Redução de custos operacionais.



Sustentabilidade
Menor impacto ambiental e mais qualidade de vida.

24.8 Veículos eléctricos

Os veículos eléctricos utilizam energia armazenada em baterias para alimentar motores eléctricos através de sistemas eletrónicos de controlo. São eficientes, silenciosos e não emitem poluentes durante a condução, contribuindo para um futuro mais sustentável.



BENEFÍCIOS AMBIENTAIS

- Zero emissões durante a condução**
Não emite CO₂, NO_x, SO₂ ou partículas no escape.
- Redução de gases de efeito estufa**
Contribui para a mitigação das mudanças climáticas.
- Melhora da qualidade do ar**
Reduz poluentes urbanos e problemas respiratórios.
- Energia de fontes renováveis**
Pode ser abastecido com eletricidade renovável, tornando-se neutro em carbono.

VANTAGENS DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

- Alta eficiência energética**
Aproveitamento eficiente da energia da bateria para propulsão.
- Operação silenciosa**
Menor ruído e maior conforto para os ocupantes.
- Menor custo de operação**
Menos peças móveis, menos manutenção e menor custo por km.
- Torque instantâneo**
Aceleração rápida e resposta imediata ao acelerador.
- Zero emissões locais**
Não emitem poluentes durante a condução.

CARREGAMENTO

Residencial	Tempo de carga típico (exemplo)
Carregadores AC 3 – 7 kW	AC 7 kW: 6 – 10 h
Público (AC) 7 – 22 kW	AC 22 kW: 2 – 4 h
Rápido (DC) 50 – 350 kW	DC 100 kW: 30 – 60 min
	DC 150 kW: 20 – 40 min

*Tempo depende da capacidade da bateria e do carregador.

FUNCIONAMENTO GERAL



- A energia elétrica é armazenada na bateria.
- O controlador regula a energia (PWM).
- O motor elétrico converte a energia em movimento.

A energia elétrica é armazenada na bateria. O controlador regula a energia (PWM). O motor elétrico converte a energia em movimento.

DESEMPENHO COMPARATIVO

Parâmetro	Veículo Elétrico	Veículo Convencional (gasolina/diesel)
Eficiência energética	80 – 90%	20 – 30%
Emissões locais	Zero	Elevadas
Custo de operação	Baixo	Alto
Manutenção	Reduzida	Elevada
Ruído	Muito baixo	Elevado
Vida útil do motor	Longa	Média

* Valores típicos podem variar conforme o modelo e condições de uso.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

Fonte de energia	Baterias recarregáveis
Tensão típica do sistema	96 V (exemplo)
Motor	Motor DC
Controlo	Controlador DC (eletrónico)
Eficiência do sistema	80 – 90%
Tipo de corrente no motor	Pulsante DC (PWM)
Emissões durante a condução	Zero

SEGURANÇA

- Alta tensão**
Sistemas isolados e protegidos.
- Proteções eletrónicas**
Contra sobrecarga, curto-circuito e temperatura.
- Gestão de bateria (BMS)**
Monitoriza e protege a bateria para maior segurança e durabilidade.

APLICAÇÕES



Automóveis particulares



Autocarros eléctricos



Camións eléctricos



Motas e scooters



Empilhadores eléctricos



Embarcações eléctricas



Comboios eléctricos



Os veículos eléctricos representam uma solução tecnológica limpa, eficiente e sustentável para a mobilidade e o transporte do futuro.

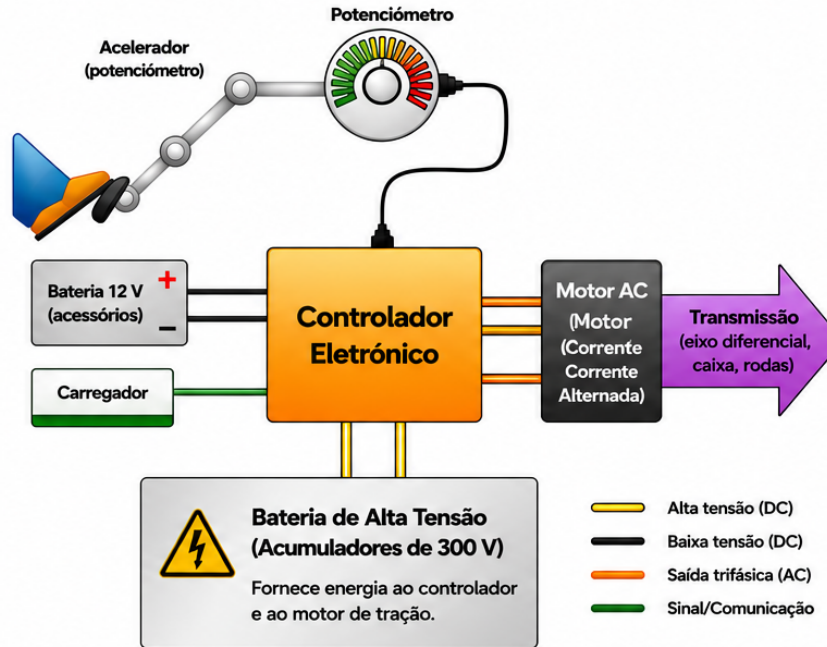
24.8 Veículos eléctricos

i O QUE É?

Os veículos eléctricos utilizam energia armazenada em baterias para alimentar motores eléctricos através de sistemas electrónicos de controlo, oferecendo uma condução eficiente, silenciosa e sem emissões locais.

g COMO FUNCIONA?

- 1 O pedal do acelerador (potenciómetro) envia um sinal ao controlador.
- 2 O controlador processa o sinal e regula a potência do motor.
- 3 A energia da bateria de alta tensão é enviada ao controlador e deste ao motor.
- 4 O motor eléctrico converte a energia eléctrica em energia mecânica.
- 5 A potência mecânica é transmitida às rodas através do sistema de transmissão.



COMPONENTES PRINCIPAIS

- Bateria de Alta Tensão (300 V)**
Armazena energia eléctrica e fornece potência ao sistema de propulsão.
- Controlador Electrónico**
Regula a potência e a velocidade do motor de acordo com o sinal do acelerador e as condições de operação.
- Motor AC**
Converte a energia eléctrica em energia mecânica para tracionar o veículo.
- Transmissão**
Transfere a potência mecânica do motor às rodas.
- Carregador**
Converte a energia da rede eléctrica para carregar a bateria de alta tensão.
- Acoplador (Potenciómetro)**
Dispositivo que indica a intenção do condutor e envia o sinal ao controlador.

g VANTAGENS

- ✓ Alta eficiência energética
- ✓ Operação silenciosa
- ✓ Baixo custo de manutenção
- ✓ Torque instantâneo
- ✓ Zero emissões locais
- ✓ Menor impacto ambiental

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

Tensão da bateria principal	≈ 300 V (alta tensão DC)
Tensão da bateria auxiliar	12 V (DC)
Tipo de motor	AC (Corrente Alternada)
Tipo de controlo	Electrónico (PWM / Vetorial)
Transmissão de potência	Eléctrica → Mecânica
Emissões durante a condução	Zero (locais)

BENEFÍCIOS AMBIENTAIS

- Zero emissões durante a condução**
Não emite CO₂, NO_x, SO₂ ou partículas no escape.
- Redução de gases de efeito estufa**
Contribui para a mitigação das mudanças climáticas.
- Melhora da qualidade do ar**
Reduz poluentes urbanos e problemas respiratórios.
- Energia de fontes renováveis**
Pode ser abastecido com electricidade renovável, tornando-se neutro em carbono.

CARREGAMENTO

Residencial Carregadores AC 3 – 7 kW	Tempo de carga típico (exemplo) AC 7 kW: 6 – 10 h AC 22 kW: 2 – 4 h DC 100 kW: 30 – 60 min DC 150 kW: 20 – 40 min
Público (AC) 7 – 22 kW	
Rápido (DC) 50 – 350 kW	

*Tempo depende da capacidade da bateria e do carregador.

APLICAÇÕES



i A combinação de electrónica de potência, motores eficientes e baterias de alta capacidade permite um desempenho superior e uma mobilidade sustentável.

24.8 Veículos eléctricos



O vilão dos carros eléctricos são as baterias.



A bateria de um veículo eléctrico, ao contrário do que o nome indica, não é apenas uma só bateria, mas, sim, múltiplas. Estas, denominadas por “células”, podem chegar a ser dezenas ou centenas.



Este conjunto de células é, geralmente, arrumada entre os eixos de um automóvel, por de baixo do piso do habitáculo.



Grande parte dos carros eléctricos actuais utiliza dois tipos de baterias: **baterias de iões de lítio** (frequentes nos 100% eléctricos, como os Tesla, o **Jaguar I-Pace** e outros), e baterias de **hidretos de níquel-metal**, mais vulgares nos híbridos.



BATERIAS DE IÕES DE LÍTIO



Frequentes nos 100% eléctricos, como os Tesla, o Jaguar I-Pace e outros.

BATERIAS DE HIDRETOS DE NÍQUEL-METAL



Mais vulgares nos veículos híbridos.



As baterias são um componente essencial, mas também um dos principais desafios para o desempenho, o custo e a sustentabilidade dos veículos eléctricos.



24.8.1 Baterias



O “**coração**” dos carros eléctricos são as **baterias**.

A bateria de um veículo eléctrico, ao contrário do que o nome indica, não é apenas uma só bateria, mas sim **múltiplas**. Estas, denominadas por “**células**”, podem chegar a ser dezenas ou centenas.

Este conjunto de células é, geralmente, arrumado entre os eixos de um automóvel, por de baixo do piso do habitáculo, para otimizar o espaço e o centro de gravidade.



Exemplo de conjunto de baterias (pack) instalado sob o piso do veículo.



TIPOS DE BATERIAS MAIS UTILIZADAS

Grande parte dos carros eléctricos actuais utiliza dois tipos principais de baterias:



IÕES DE LÍTIO (Li-ion)

Mais frequentes nos 100% eléctricos, utilizadas por marcas como **Tesla**, **Jaguar I-Pace**, entre outras.



HIDRETOS DE NÍQUEL-METAL (NiMH)

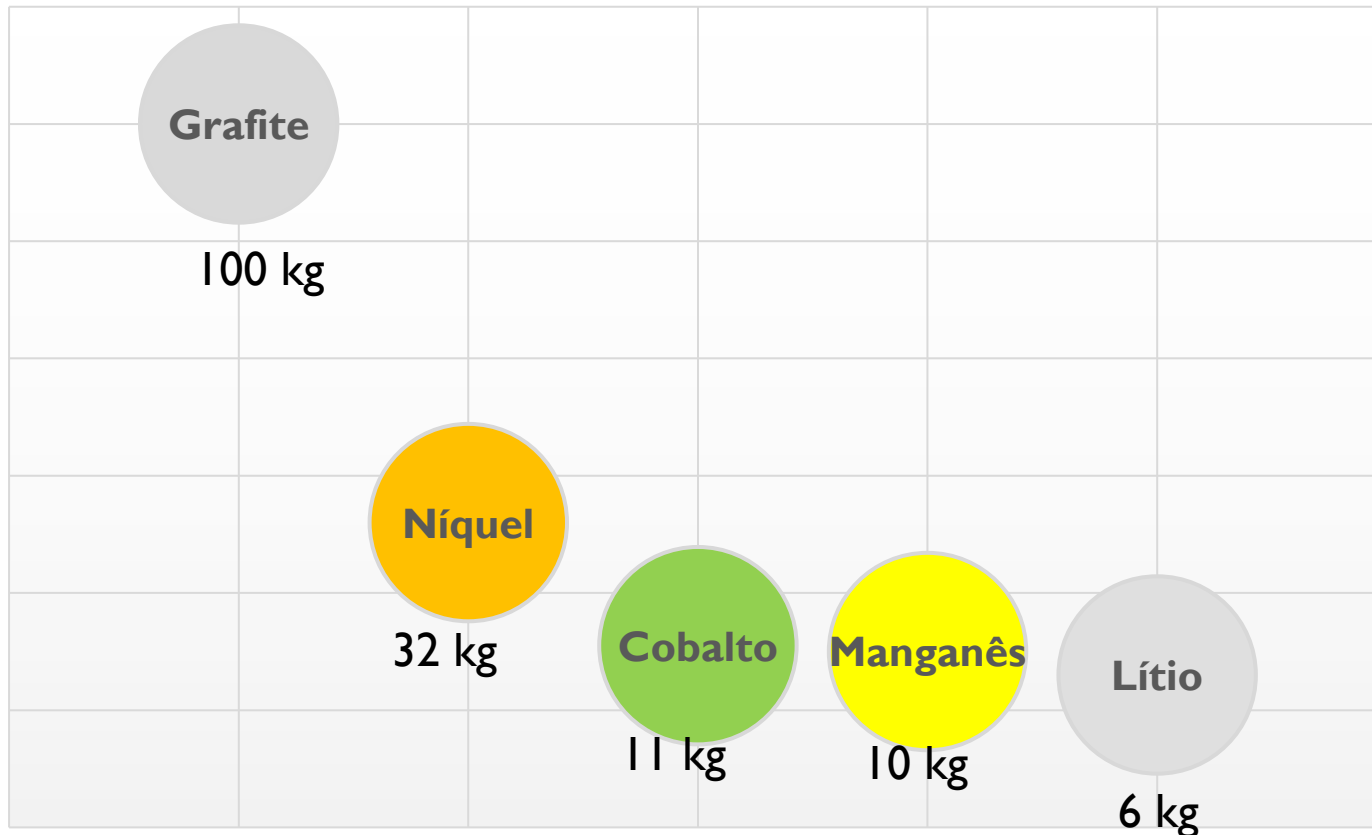
Mais comuns em veículos híbridos, devido à sua robustez e boa durabilidade.







NOTA: A tecnologia das baterias está em constante evolução, com melhorias na densidade energética, segurança, tempo de carregamento e sustentabilidade.

24.8.1 Baterias

Uma bateria de um carro eléctrico contém basicamente alumínio, aço e plástico além disso uma bateria de 400 kg com capacidade de 50 kWh é composta por:



24.8.1 Baterias

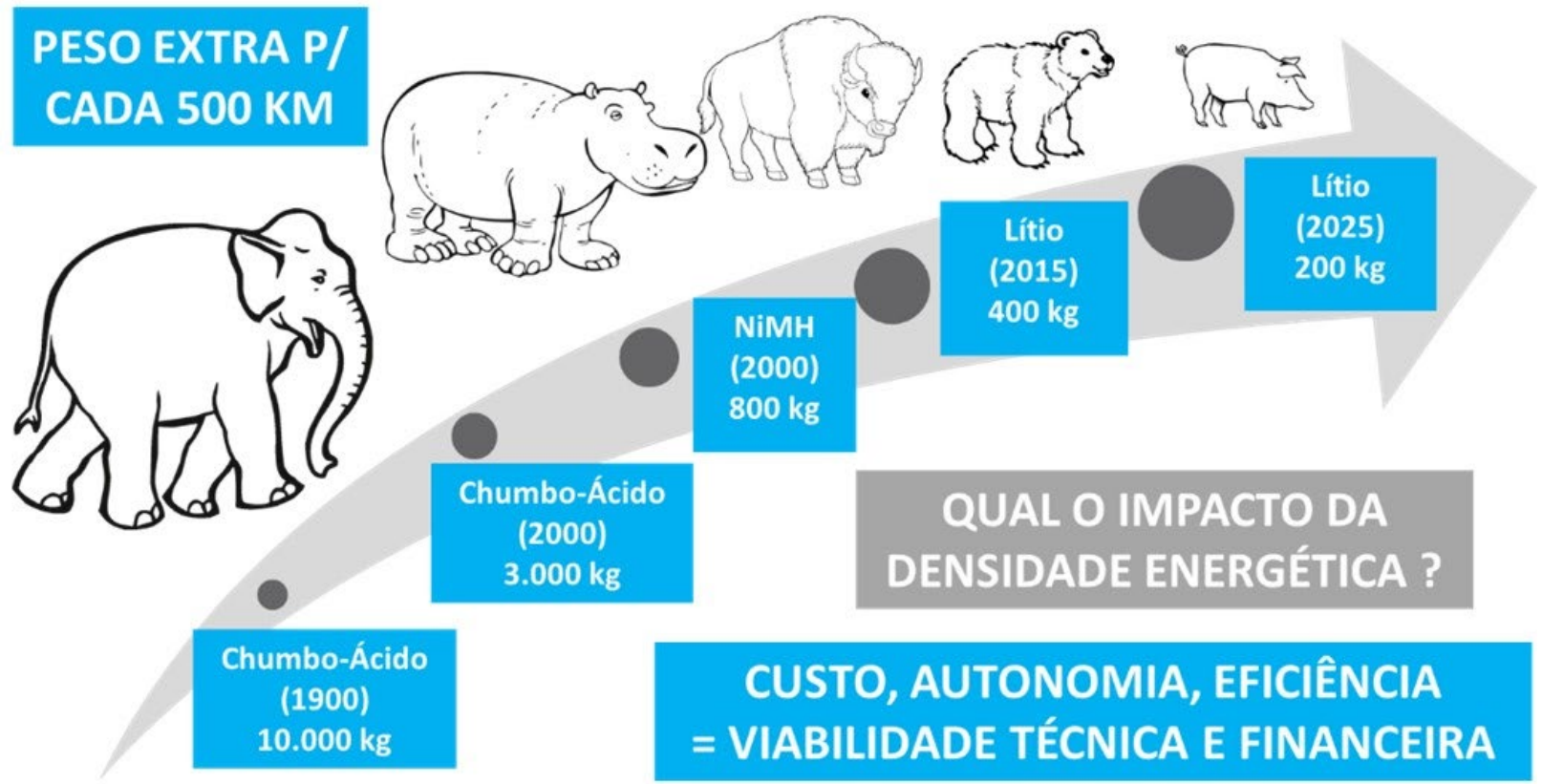
Características	Íon de Lítio	Níquel Hidreto Metálico (NiMH)	Chumbo-ácido	Chumbo-ácido
 Densidade energética (Wh/kg)	 100 - 300	 40 - 120	 30 - 40	 1 - 10
 Densidade de potência (W/kg)	1.000 - 5.000	300 - 1.000	180	1.000 - 10.000
 Ciclo de vida	500 - 15.000	500 - 1.000	500 - 800	Ilimitado
 Eficiência de carga e descarga	95 - 99%	65 - 80%	70 - 92%	98%
 Taxa de descarga própria	1 - 5% / mês	~30% / mês	3 - 20% / mês	-
 Manutenção	Baixa	Baixa	Alta	-
 Tempo de carga rápida	Sem necessidade	60 - 90 dias	3 - 6 meses	Sem necessidade



Cada tecnologia de bateria possui características específicas que a tornam mais adequada para diferentes aplicações.

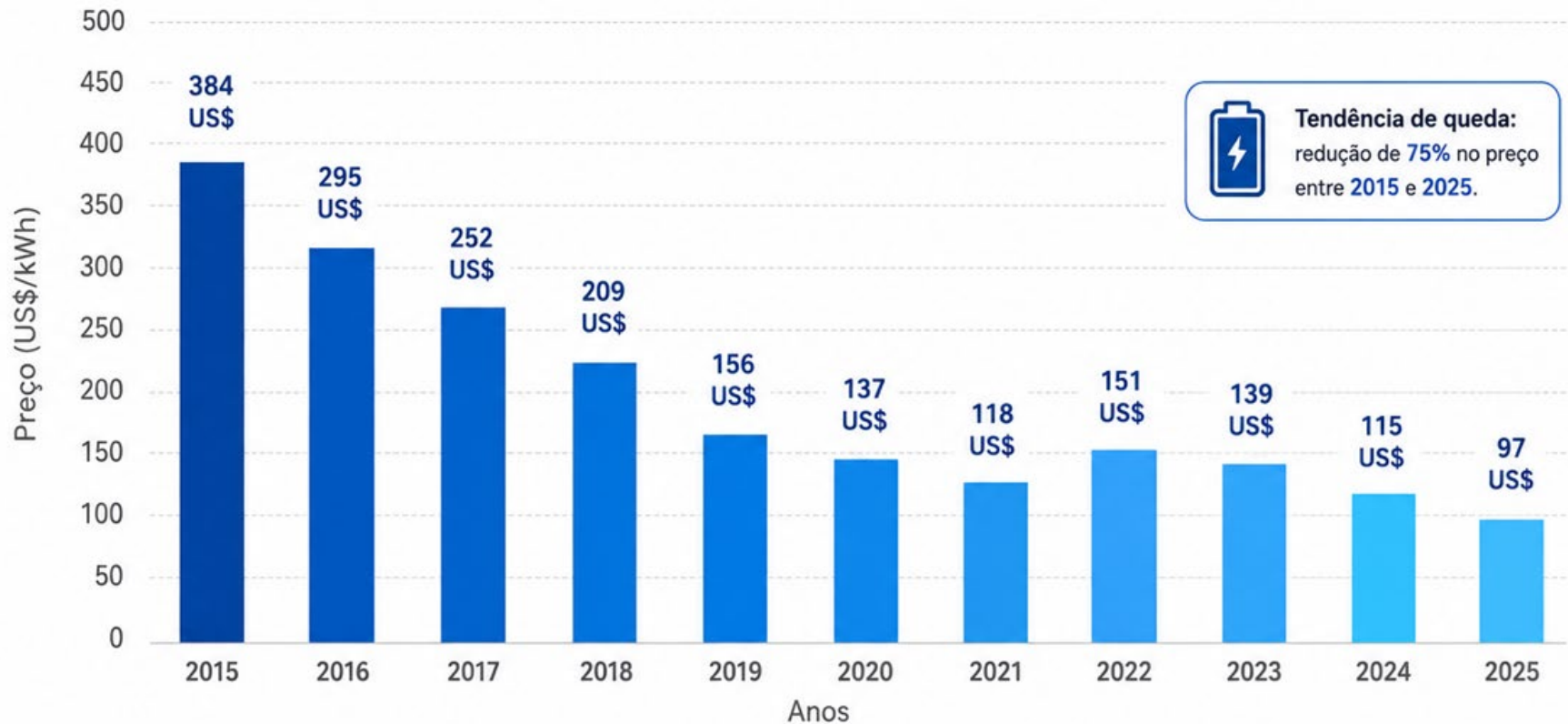


24.8.1 Baterias



24.8.1 Baterias

Preço Médio das Baterias de Íon-Lítio (US\$/kWh)

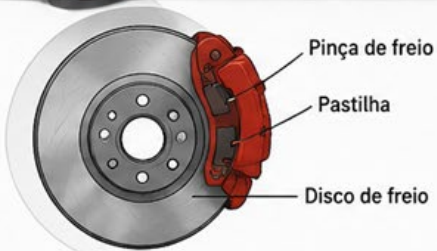


 <p>Queda média anual (2015–2025): -13,7% ao ano</p>	<p>Maior redução anual: 2017–2018 -17%</p>	<p>Menor preço da série: 2025 97 US\$/kWh</p>	<p>Fonte: BNEF – Battery Price Survey 2025 (maio/2025)</p>
--	---	--	--

24.8.2 Travagem Regenerativa

FREIO CONVENCIONAL

Usa atrito para parar o veículo

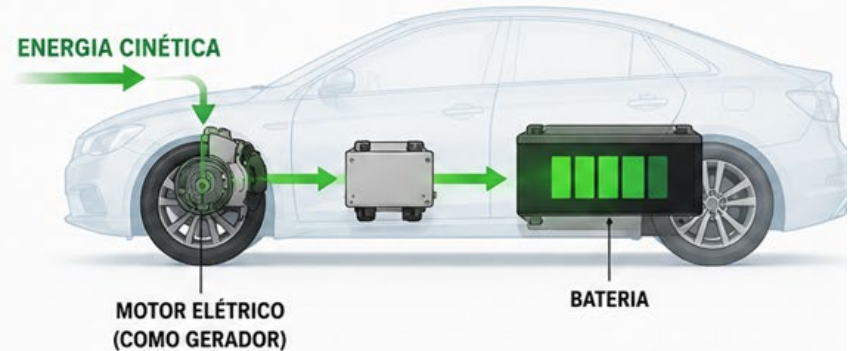


- Atrito mecânico entre pastilha e disco
- Energia cinética → calor
- Desgaste das pastilhas e discos
- Menor eficiência energética



FREIO REGENERATIVO

Recupera energia para recarregar a bateria

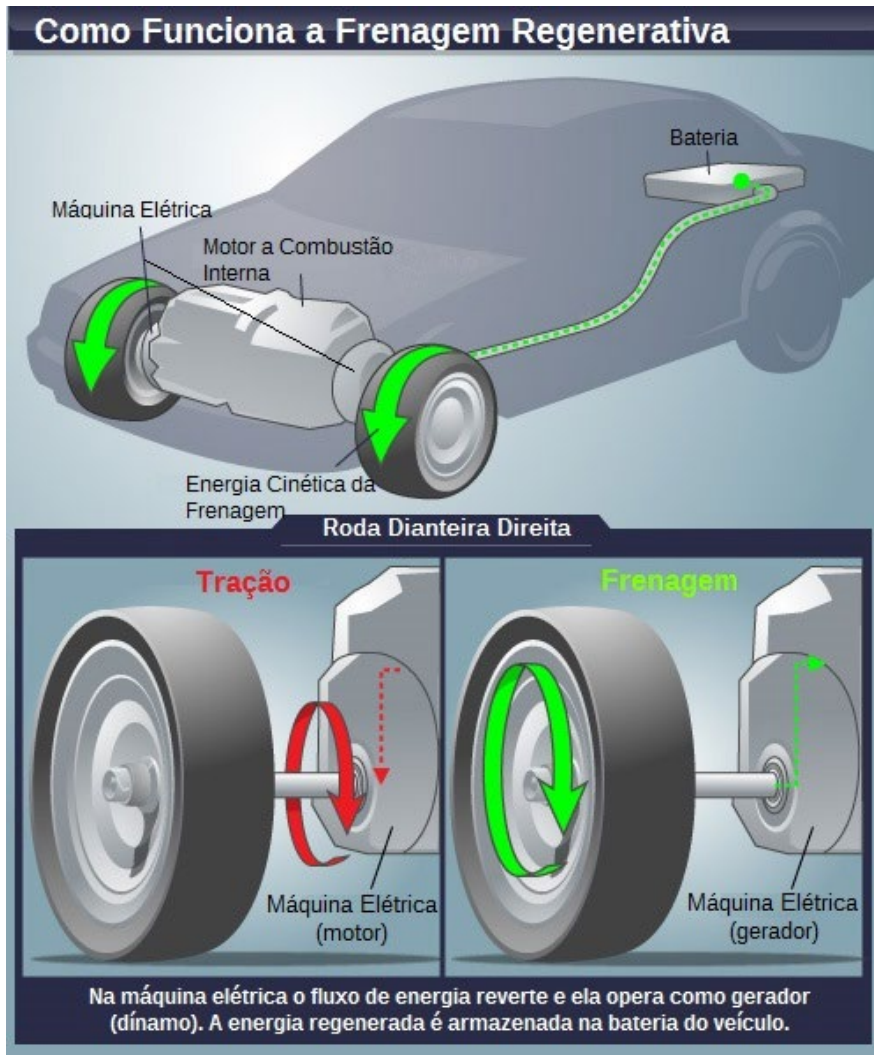


- Motor elétrico atua como gerador
- Energia cinética → eletricidade
- Energia armazenada na bateria
- Maior eficiência energética



CARACTERÍSTICA	FREIO CONVENCIONAL	FREIO REGENERATIVO
Dissipação de energia	Calor (perdida para o ambiente)	Recuperação elétrica (armazenada na bateria)
Desgaste	Elevado (pastilhas e discos)	Reduzido (menor uso do freio mecânico)
Eficiência energética	Menor	Maior
Uso principal	Veículos a combustão e tradicionais	Veículos elétricos e híbridos

24.8.2 Travagem Regenerativa



Um freio regenerativo é um mecanismo de recuperação de energia que produz um contra torque no eixo da máquina eléctrica (motor) que causa a diminuição da velocidade de um veículo, convertendo a sua energia cinética em uma outra forma, geralmente em energia eléctrica, que é realimentada de volta para a fonte que originalmente a forneceu.

24.9 Tecnologia de células de combustível

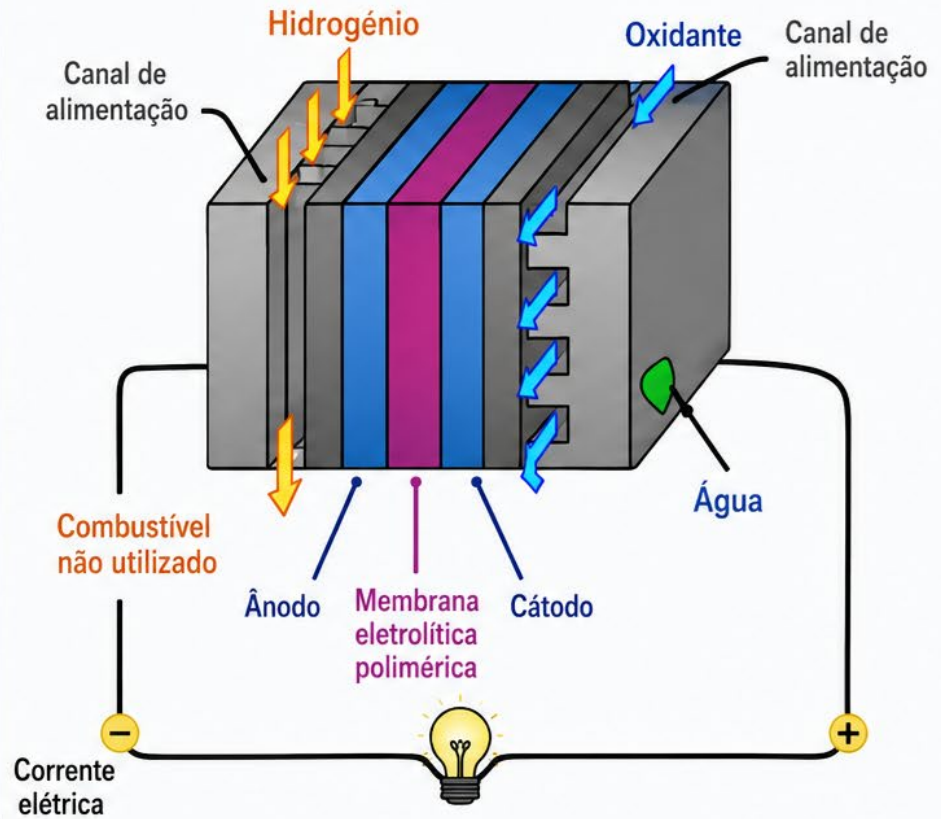


AS CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL

produzem **electricidade** através de uma **reacção química** entre **hidrogénio** e o **oxigénio**, e os subprodutos são **água** e **calor**.

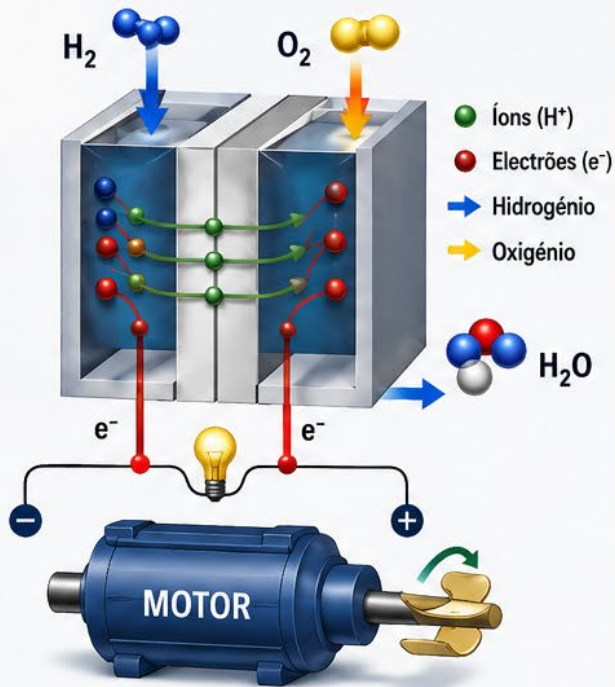


PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO



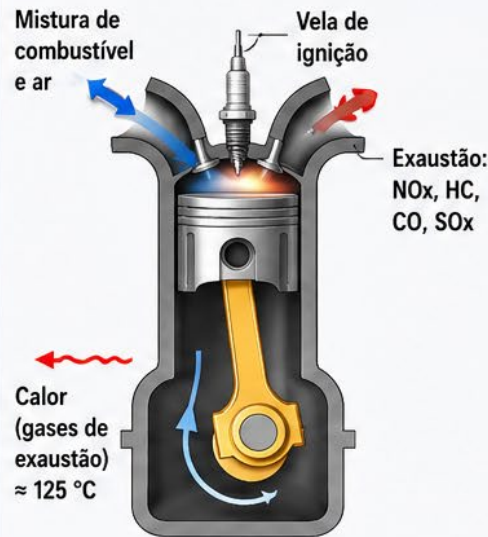
24.9 Tecnologia de células de combustível

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO



MOTORES DE COMBUSTÃO

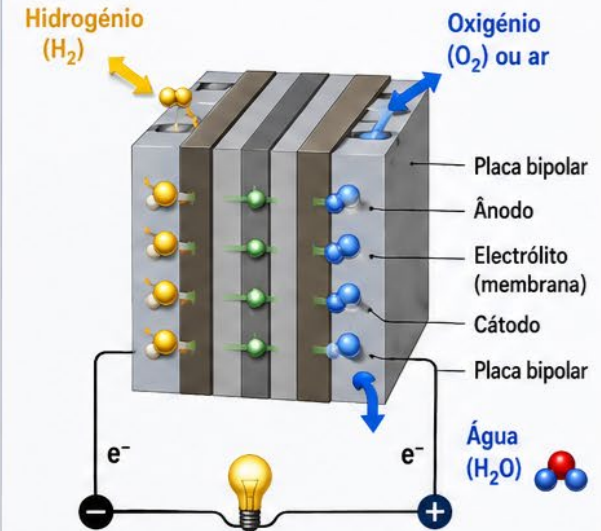
(Rendimentos típicos: $\eta \approx 15$ a 35%)



Combustível:
gasolina, diesel, gás natural, etc.

CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL

(Rendimentos típicos: $\eta \approx 30$ a +50%)



- ✓ Menos emissões poluentes
- ✓ Operação silenciosa
- ✓ Alta eficiência

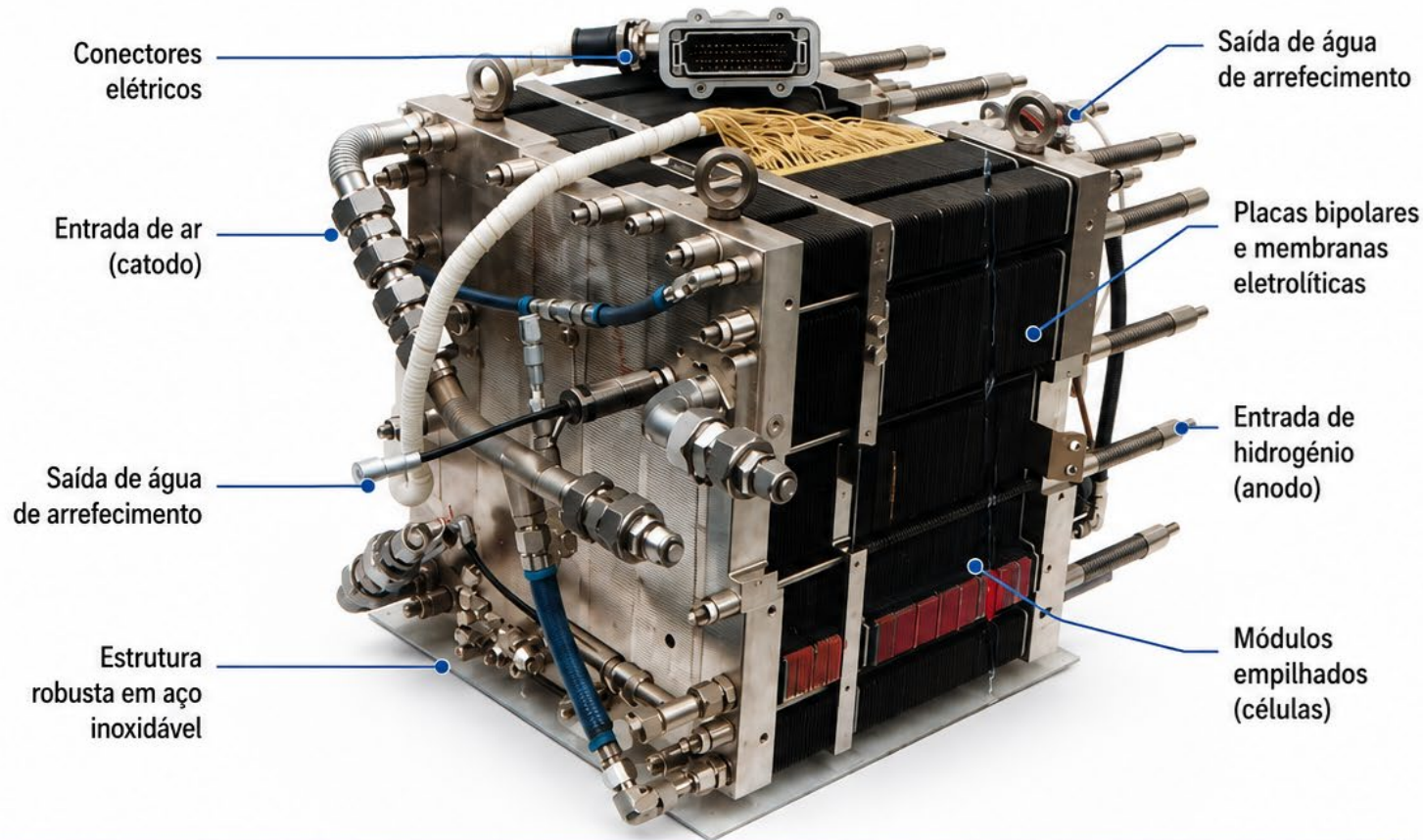


As células de combustível atingem rendimentos de conversão que **ultrapassam os 50 %**.

24.9 Tecnologia de células de combustível



Célula de combustível de um autocarro de passageiros, MAN



As células de combustível convertem **energia química** em **energia elétrica** de forma eficiente, com **água** e **calor** como únicos subprodutos, contribuindo para um transporte mais limpo e sustentável.

24.9.2 Problemas com o Hidrogénio



1 Baixa densidade energética volumétrica

O hidrogénio não é muito denso (não comprimido é aproximadamente **1/3000** menos denso que a gasolina).



2 Armazenamento difícil e oneroso

Se comprimido requer tanques muito pesados e muito baixa temperatura de armazenamento.



3 Produção com elevado consumo de energia

A produção de hidrogénio requer o uso de electricidade que normalmente é criada queimando carvão (um combustível fóssil).



Estas limitações representam desafios importantes para o uso generalizado do hidrogénio como vector energético.



24.9.3 Reformadores de Hidrogénio

- 1 Uma mistura de **metanol** e **vapor de água** é passada por uma câmara de combustão contendo um **catalisador**.
- 2 Mal que o **metanol** (CH_3OH) aquece o catalisador este transforma-se em **monóxido de carbono** e **hidrogénio** ($\text{CO} + \text{H}_2 + \text{H}_2$)
- 3 O **vapor de água** transforma-se em **hidrogénio** e **oxigénio** ($\text{H}_2 + \text{O}$)
- 4 O **oxigénio** combina com o **monóxido de carbono** para criar **dióxido de carbono** (CO_2)
- 5 O resultado final
($\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$) = ($\text{CO}_2 + \text{H}_2 + \text{H}_2 + \text{H}_2$)



O reformador de hidrogénio permite obter hidrogénio a partir de metanol e água através de reacções químicas controladas com catalisador.



24.9.4 Desvantagens das Células de Combustível



1. CUSTO

- **Custo elevado** em comparação com motores convencionais.
 - ▶ 400 €/kW ($\approx 7 \times$ preço de um motor convencional)
 - ▶ Célula completa: € 20 000,00 (motor: € 3 000,00)



2. FIABILIDADE

A durabilidade ainda é inferior à dos motores convencionais em condições reais de operação.



3. RESPOSTA A REGIMES TRANSIENTES

Resposta dinâmica mais lenta face a variações bruscas de carga ou potência.



4. PROBLEMAS COM BAIXAS TEMPERATURAS

Desempenho reduzido e dificuldade de arranque em temperaturas abaixo de 0 °C.



5. CONTAMINAÇÃO COM H₂

A presença de hidrogénio pode causar degradação dos componentes e da membrana.



6. ADAPTAÇÃO AO VEÍCULO

Requer alterações significativas no projeto do veículo e integração de novos sistemas auxiliares.



7. NECESSIDADE DE HIDROGÉNIO

Dependência da produção, transporte e armazenamento de hidrogénio, ainda com infraestrutura limitada e custo elevado.



Apesar das desvantagens, as células de combustível oferecem vantagens ambientais e elevado potencial para a mobilidade sustentável.



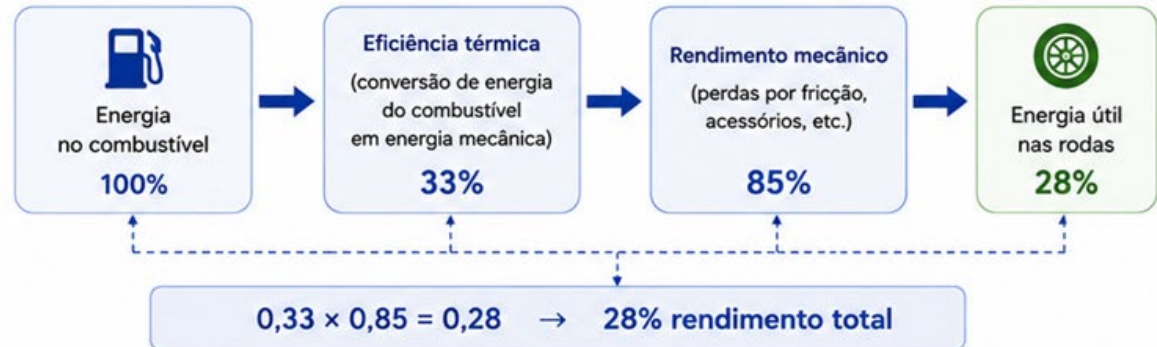
24.10 Eficiência das Instalações



1. MOTORES DE COMBUSTÃO

- Eficiência térmica **33%**
- Rendimento mecânico **85%**

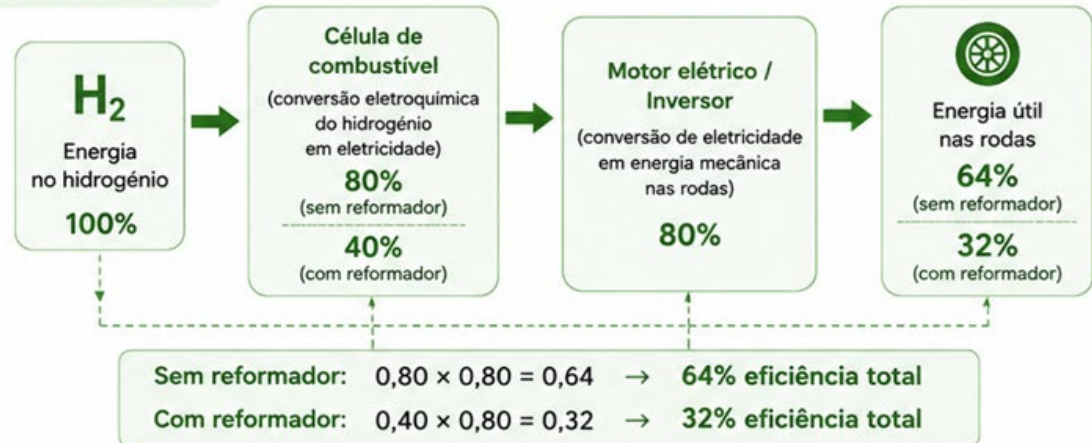
- Eficiência total **28%**



2. CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL - ELÉTRICAS

- Eficiência das células de combustível (sem reformador) **80%**
- Eficiência das células de combustível (com reformador) **40%**
- Eficiência do motor elétrico/inversor **80%**

- Eficiência total sem reformador **64%**
- Eficiência total com reformador **32%**



Nota: Os valores apresentados são típicos e podem variar conforme o tipo de tecnologia, condições de operação, qualidade dos componentes e estratégia de controlo do sistema.


24.10.1 Eficiência da instalação a electricidade


Bateria – Electricidade



 Eficiência total = Eficiência central térmica \times Eficiência do carregamento \times Eficiência do inversor/motor = **26%** eficiência total

$$40\% \times 90\% \times 72\% = 26\%$$

 A eficiência total da cadeia de produção, armazenamento e conversão de electricidade até às rodas é de aproximadamente **26%**.

 **Nota:** Os valores apresentados são típicos e podem variar conforme o tipo de tecnologia, condições de operação, qualidade dos componentes e estratégia de controlo do sistema.

24.11.1 Tipos de Veículos a Gás Natural



Um veículo **bi-fuel** pode operar alternadamente a GN ou a gasolina. Muitos são concebidos para comutar automaticamente para a gasolina quando o reservatório de gás se esgota. As viaturas ligeiras geralmente são bi-fuel. A autonomia em quilómetros com GN e com gasolina depende das capacidades dos reservatórios respectivos.








Um veículo **dual-fuel** funciona tanto exclusivamente com gasóleo como com gasóleo e gás natural simultaneamente. Num veículo dual-fuel, a combustão do carburante gasóleo serve para fazer a ignição do GN.



Um VGN **dedicado** funciona exclusivamente a GN. Os VGNs podem ser veículos alimentados a gasolina (ciclo Otto) convertidos para GN. A maior parte dos dedicados, entretanto, é produzida por fabricantes de equipamento original.

24.11.2 “Kits” de Conversão

Kit de conversão	Veículos compatíveis	Características principais	Vantagens adicionais (em relação à geração anterior)	Faixa de custo aproximada (2025–2026) (US\$) *
1ª geração 	Carburados (mecânico e eletrônico)	<ul style="list-style-type: none"> • Acionamento pneumático para a libertação do fluxo de gás; • Regulação mecânica e manual da vazão do gás, com chave comutadora de três estágios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Solução simples e de baixo custo; • Fácil instalação e manutenção. 	500 – 900
2ª geração 	Carburados ou com injeção eletrônica	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentação do gás através de um misturador; • Possuem emuladores de bicos injetores e de sonda lambda. 	<ul style="list-style-type: none"> • Melhor compatibilidade com injeção eletrônica; • Menor consumo de combustível. 	700 – 1.200
3ª geração 	Injeção eletrônica multiponto	<ul style="list-style-type: none"> • Controle eletrônico da vazão da mistura GNV+ar em função da sonda lambda, rotação e carga do motor; • Acionamento eletrônico da alimentação por um motor de passo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior precisão no controle da mistura; • Melhor desempenho e resposta do motor; • Redução de emissões. 	1.000 – 1.800
4ª geração 		<ul style="list-style-type: none"> • Injeção de gás por bicos injetores de forma paralela no coletor de admissão; • Redutor de pressão de dois estágios; • Eliminação da ocorrência do retorno de chama. 	<ul style="list-style-type: none"> • Injeção paralela mais precisa e eficiente; • Maior estabilidade da pressão do gás; • Maior segurança operacional. 	1.500 – 2.800
5ª geração 		<ul style="list-style-type: none"> • Injeção de gás por bicos injetores de forma sequencial no coletor de admissão; • Redutor de pressão de dois estágios; • Eliminação da ocorrência do retorno de chama; • Menor comprometimento de desempenho do motor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Injeção sequencial: máximo rendimento; • Maior economia de combustível; • Emissões mínimas e performance semelhante à gasolina. 	2.000 – 5.000+



Notas importantes

- Todos os kits são compatíveis com GNV (Gás Natural Veicular) e seguem normas de segurança internacionais.
- A autonomia em quilômetros com GNV depende da capacidade dos cilindros instalados e do tipo de veículo.
- A instalação deve ser realizada por profissionais qualificados e de acordo com as normas locais.



Fatores que influenciam o custo

Marca do kit (Tomasetto, Landirenzo, STAG, Lovato, SGV, entre outras), capacidade e quantidade de cilindros, número de cilindros do motor, tipo de ECU e sensores, acessórios (injetores, válvulas, filtros), instalação, homologação e país.

* Valores aproximados para kits completos (sem incluir o cilindro de GNV), podendo variar conforme marca, configuração do motor, acessórios, instalação e país. Data de referência: maio/2025.

24.11.2 “Kits” de Conversão

1

1ª GERAÇÃO



- Misturador (venturi)
- Redutor de pressão mecânico
- Válvula de corte
- Chave comutadora
- Tubos, abraçadeiras e conexões

Aplicação: Veículos carburados (mecânicos e eletrônicos).

2

2ª GERAÇÃO



- Misturador
- Redutor de pressão com solenoide
- Emuladores de bicos injetores
- Emulador de sonda lambda
- Chave comutadora
- Chicotes e conexões

Aplicação: Veículos carburados ou com injeção eletrônica.

3

3ª GERAÇÃO



- ECU (unidade eletrônica)
- Redutor de pressão com controle eletrônico
- Injetores de gás
- Sensor MAP
- Sensor de temperatura
- Sonda lambda
- Chave comutadora
- Chicotes e conexões

Aplicação: Injeção eletrônica multiponto (controle de mistura por sonda lambda).

4

4ª GERAÇÃO



- ECU avançada
- Injetores de gás (injeção paralela)
- Redutor de pressão de dois estágios
- Sensor MAP
- Sensor de temperatura
- Sonda lambda
- Filtro de gás
- Chave comutadora
- Chicotes, conectores e acessórios

Aplicação: Injeção eletrônica multiponto (injeção paralela no coletor).

5

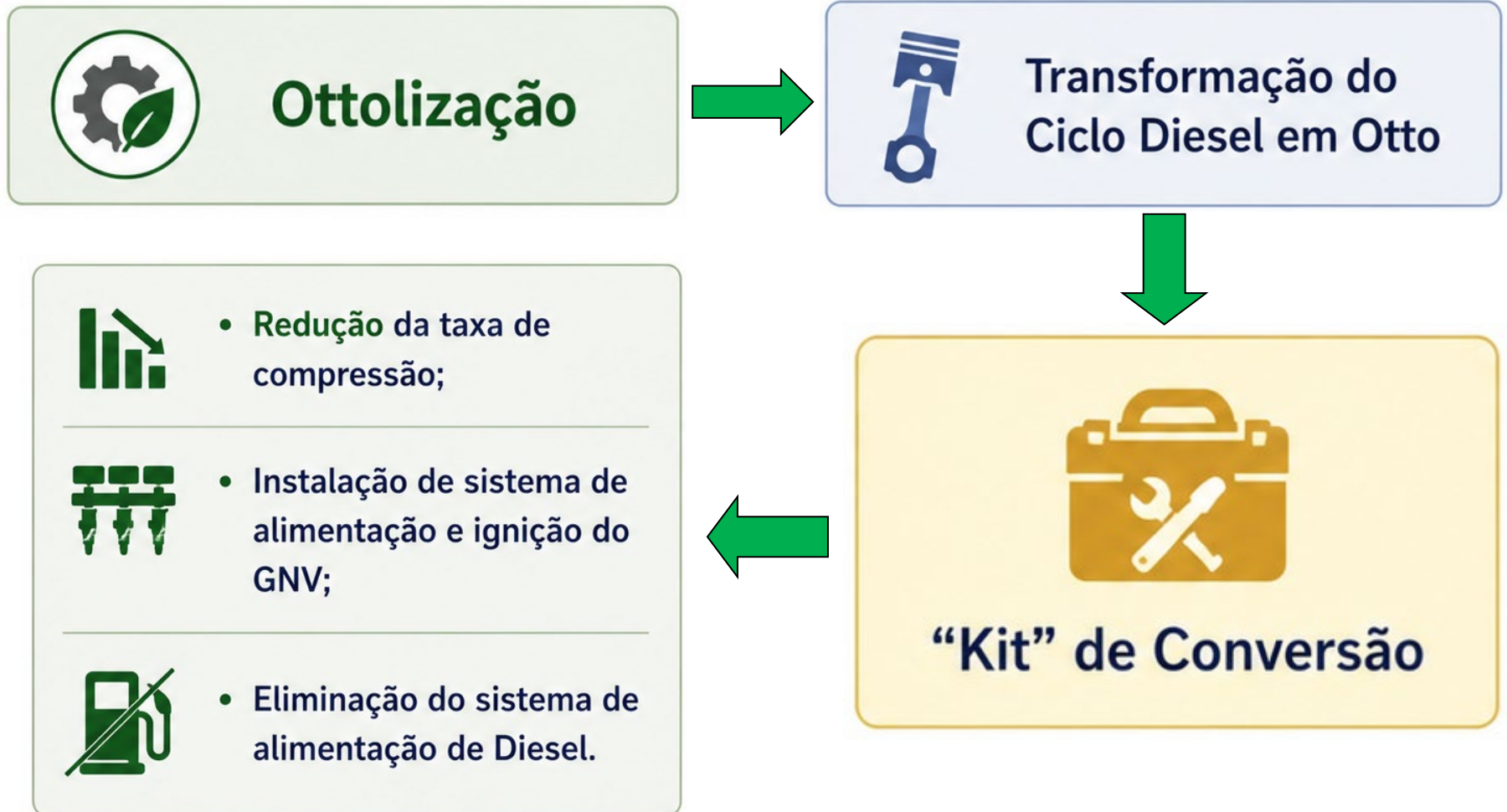
5ª GERAÇÃO



- ECU avançada com autoadaptação
- Injetores de gás (injeção sequencial)
- Redutor de pressão de dois estágios
- Sensor MAP integrado
- Sensores de temperatura
- Sonda lambda wideband (opcional)
- Filtro de gás
- Chave comutadora avançada
- Chicotes, conectores e acessórios

Aplicação: Injeção eletrônica multiponto (injeção sequencial). Máximo desempenho, menor consumo e emissões.

24.11.3 “Ottolização”



24.11.3 “Ottolização”

Adaptações necessárias num motor convencional para funcionar com hidrogénio (**ottolização**).



Substituição da cabeça do motor

Cabeça do motor redesenhada para otimizar a combustão do hidrogénio.



Sistema de ignição por velas

Ignição por velas para permitir a combustão por faísca do hidrogénio.



Pistões modificados

Pistões com design específico para suportar as características de combustão do hidrogénio.



Colector de admissão modificado

Colector adaptado para uma mistura homogénea de ar e hidrogénio.



Sistema de armazenamento de gás

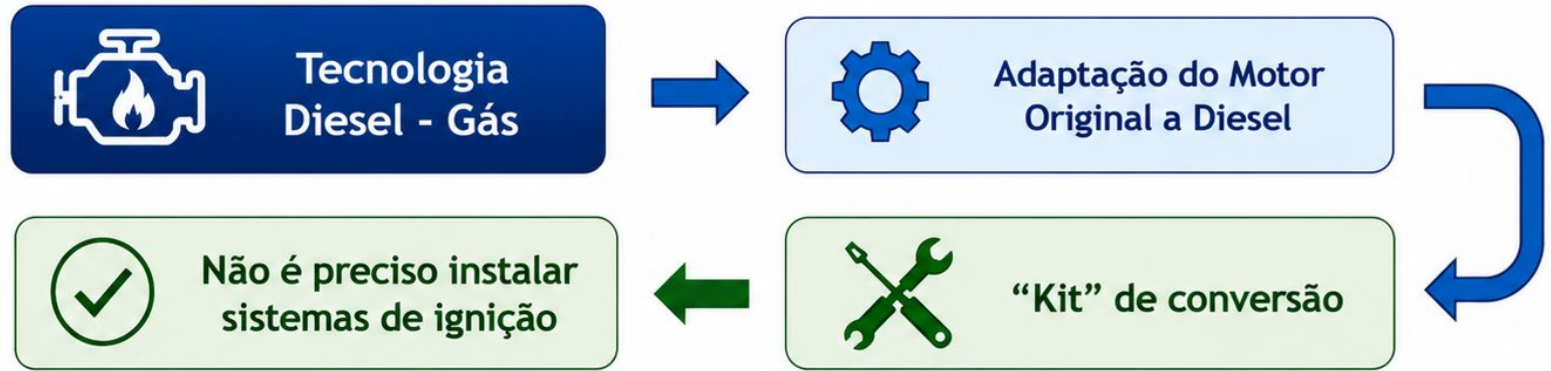
Armazenamento seguro e eficiente do hidrogénio a alta pressão.



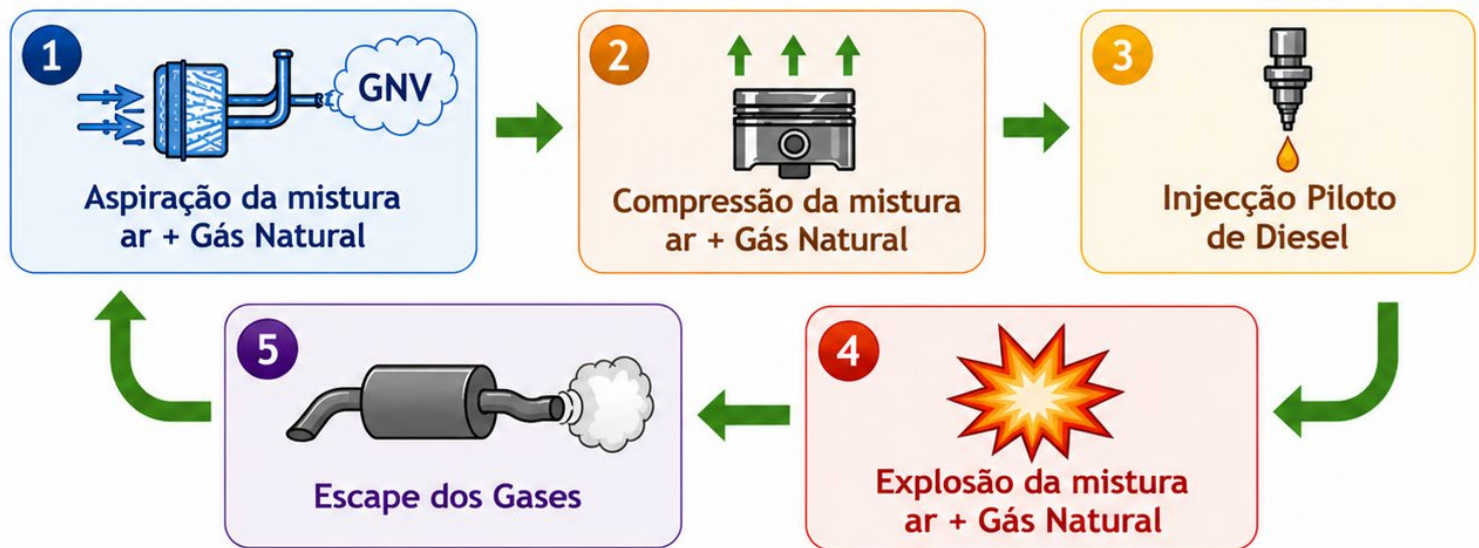
A “ottolização” permite que motores de combustão interna convencionais funcionem com hidrogénio, promovendo uma alternativa mais limpa e sustentável.



24.11.4 Tecnologia Diesel - Gás

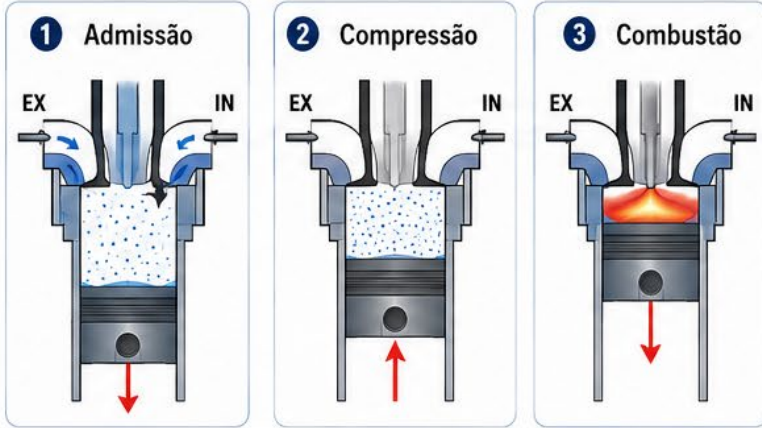


Princípio de Funcionamento



24.11.4 Tecnologia Diesel - Gás

MODO GASÓLEO



< MODO GASÓLEO >



VANTAGENS

Os motores DC podem operar a 100% da carga usando somente gás

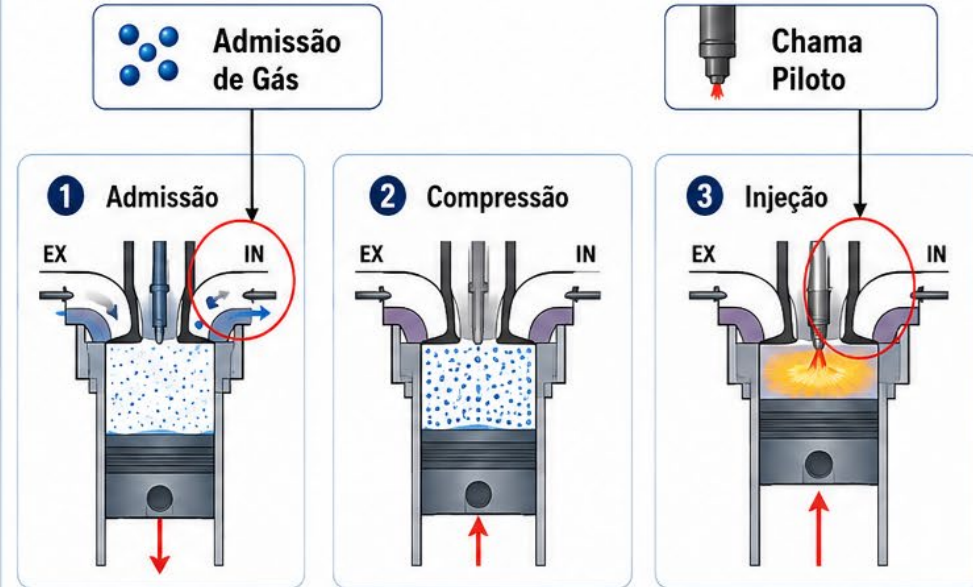


GÁS: 95%



GASÓLEO: 5%

MODO DUPLO COMBUSTÍVEL



Gás (95%): admitido no coletor de admissão e misturado com o ar.





Gasóleo (5%): injeção de pequena quantidade (chama piloto) que inicia a combustão do gás.

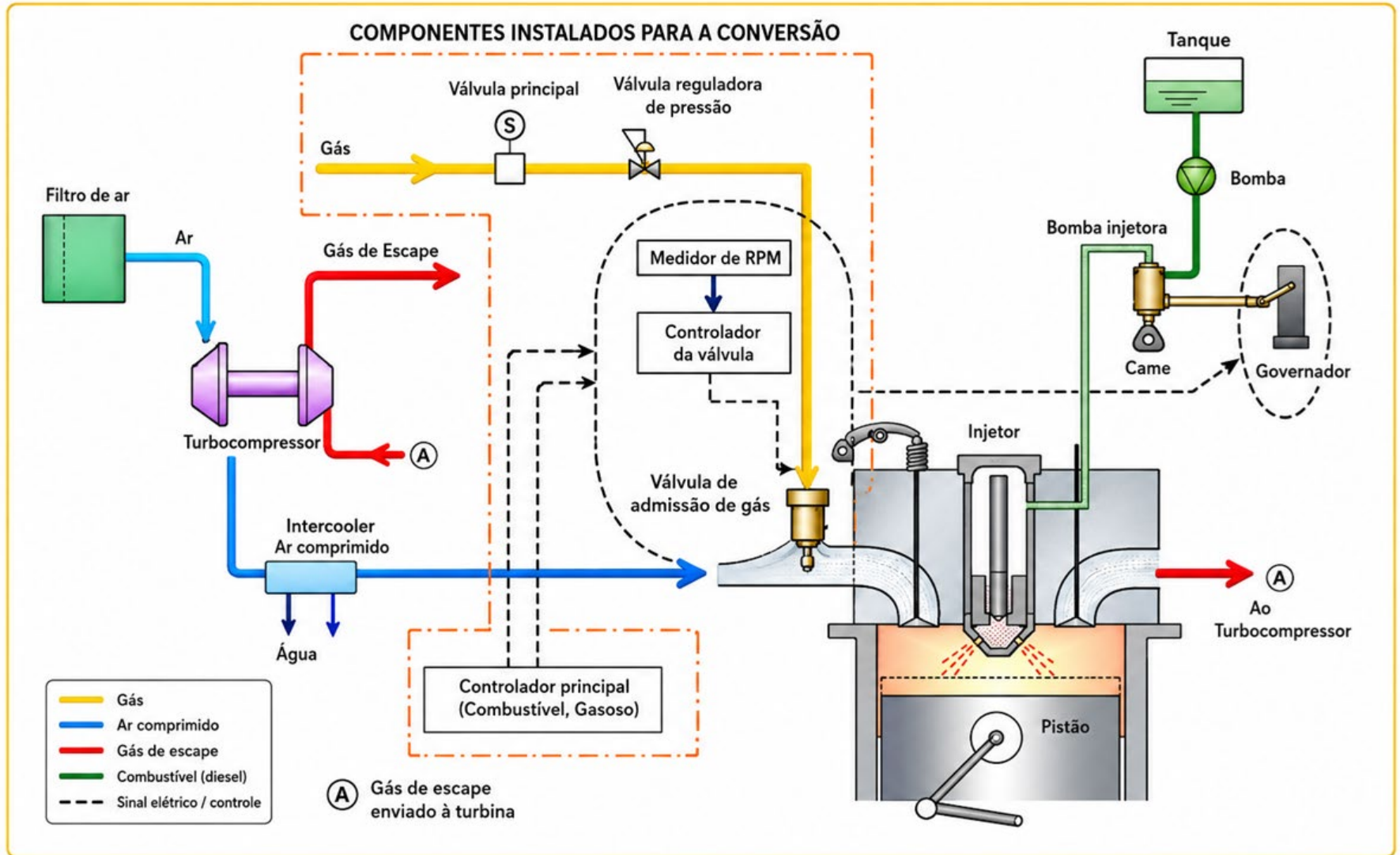


Objetivo: Reduzir o consumo de gás e as emissões, mantendo elevada eficiência e potência do motor.

24.11.4 Tecnologia Diesel - Gás

-  **Menor custo de operação** → Combustível principal: **Gás Natural**
-  **Amigo do ambiente** → Redução drástica de emissões de **NO_x, SO_x e CO₂**
-  **Operação estável**
 - Sistema piloto de injeção
 - Opera com qualquer um dos combustíveis: **gás natural** ou **gasóleo**
-  **Excelente fiabilidade** → Componente principal: **motor do ciclo Diesel**
-  **Combustão limpa e menor custo de manutenção** → Combustão **mais limpa**, resultando em menor desgaste e **menor custo** de manutenção
-  **Utilização eficaz dos recursos existentes** → Aproveitamento da **infraestrutura** e **componentes do motor Diesel** já existentes

24.11.4 Tecnologia Diesel - Gás



24.11.5 Tecnologia flex fuel

O primeiro automóvel flex fuel foi lançado em Março de 2003 pela Volkswagen, utilizando um sistema desenvolvido pela Bosch. O desenvolvimento de um motor que funciona com álcool ou gasolina, ou qualquer mistura dos dois combustíveis, começou no início dos anos 90.

O motor tem um sensor que faz o reconhecimento automático do teor de oxigénio do combustível, detectando assim a presença do álcool. A informação é passada para a unidade de comando que realiza de forma automática a adaptação de todas as funções de gerenciamento do motor ao combustível usado.

24.11.5 Tecnologia flex fuel



Março de 2003

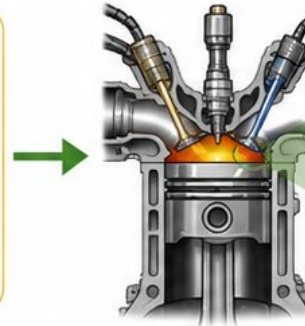
Lançamento do primeiro automóvel flex fuel pela Volkswagen



Funciona com álcool, gasolina ou qualquer mistura dos dois combustíveis.

Combustível

Álcool, gasolina ou mistura



Sensor de Oxigénio (lambda)

Faz o reconhecimento automático do teor de oxigénio do combustível, detectando a presença do álcool.

Adaptação automática das funções



Quantidade de combustível (injeção)



Ponto de ignição



Relação ar/combustível



Marcha lenta e resposta do acelerador



Controle de emissões



Unidade de Comando (ECU)

Recebe a informação do sensor e adapta automaticamente todas as funções de gerenciamento do motor ao combustível usado.

24.11.5 Tecnologia flex fuel

Tecnologia que permite ao motor trabalhar com diferentes misturas de gasolina e etanol, otimizando desempenho, consumo e emissões.



CONECTOR

Interface elétrica que envia o sinal para a unidade de controle do motor (ECU).



LINHA DE COMBUSTÍVEL

Instalado diretamente na linha de combustível do veículo.



ELETRÔNICA INTERNA

Processa o sinal do combustível e calcula com precisão a porcentagem de etanol na mistura.



SENSOR

Tecnologia avançada que detecta as propriedades dielétricas do combustível para identificar o teor de etanol.

COMO FUNCIONA

1 O combustível passa pelo sensor instalado na linha.



2 O sensor mede as propriedades do combustível e determina a porcentagem real de etanol.



E25
25% ETANOL

3 A informação é enviada para a ECU, que ajusta os parâmetros do motor em tempo real.



4 O motor opera com a melhor combustão possível, garantindo desempenho, economia e menores emissões.



- ✓ Desempenho otimizado
- ✓ Consumo eficiente
- ✓ Menores emissões
- ✓ Maior proteção do motor

BENEFÍCIOS DA TECNOLOGIA FLEX FUEL



DESEMPENHO

Ajuste automático da ignição e injeção para máxima eficiência.



ECONOMIA

Adaptação ideal à mistura de combustível, reduzindo o consumo.



SUSTENTABILIDADE

Menores emissões de poluentes e uso de combustíveis renováveis.



PROTEÇÃO DO MOTOR

Evita danos por uso de combustível inadequado ou variações na mistura.

APLICAÇÃO

- ✓ Veículos flex fuel (gasolina/etanol) de todos os tipos: leves, comerciais e de competição.

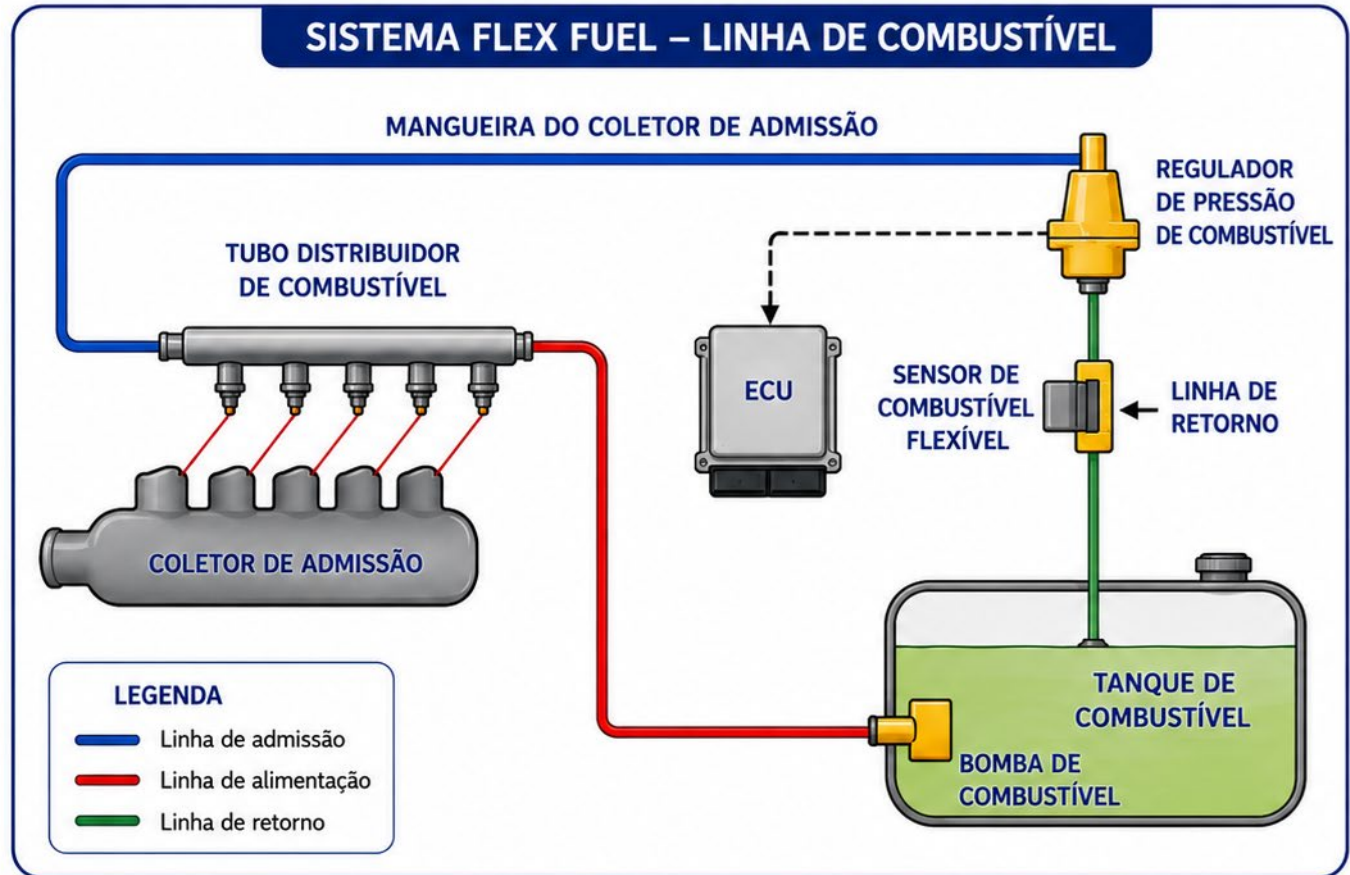


O sensor flex fuel é essencial para garantir que o motor receba a quantidade exata de combustível, independentemente da mistura, assegurando eficiência, segurança e confiabilidade.

24.11.5 Tecnologia flex fuel



Normalmente, instala-se o sensor de combustível *flexível* na linha de retorno de combustível, conforme mostrado no diagrama.



O sensor de combustível *flexível* mede o teor de oxigênio do combustível.



A informação é enviada à ECU, que identifica a presença de álcool no combustível.



A ECU adapta automaticamente todas as funções de gerenciamento do motor.

24.12 Veículos híbridos

Idéia de VEH é antiga



1898: Dr. Ferdinand Porsche, 23 anos, construiu seu primeiro carro: **Lohner Electric Chase** (primeiro do mundo com tração dianteira).



Segundo carro: um híbrido com m.c.i. para acionar um gerador que fornecia energia elétrica a motores localizados nos eixos das rodas.



Só na bateria rodava cerca de 40 milhas.



1899:
Dois híbridos
no Salão de Paris



1903:
Krieger Hybrid:
usava motor a gasolina
para alimentar um
conjunto de baterias.



1921:
Owen Magnetic Hybrid:
usava motor a gasolina para
acionar um gerador que
fornecia energia elétrica para
motores montados em cada
roda traseira.



24.12 Veículos híbridos



Um veículo híbrido usa **duas ou mais fontes de potência** para se locomover.

01



Diesel–locomotiva eléctrica

Um motor Diesel acciona um gerador que fornece energia eléctrica para motores eléctricos de tracção.



02



Nuclear–submarino eléctrico

Um reactor nuclear gera energia eléctrica que alimenta os motores eléctricos do submarino.



03



Gasolina–carro eléctrico

Um motor a gasolina acciona um gerador que fornece energia eléctrica para o motor eléctrico de tracção.

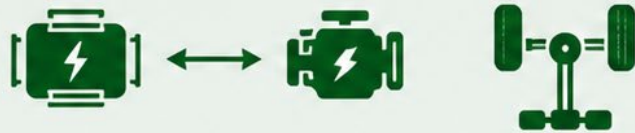


24.12 Veículos híbridos



Um veículo híbrido usa **duas ou mais fontes de potência** para se locomover.

PARALELO



- ✓ O **motor elétrico** ou o **motor térmico** podem dar potência à transmissão a qualquer hora.

SÉRIE



Motor elétrico

- ✓ O **motor elétrico** é a única fonte de potência conectada à transmissão.



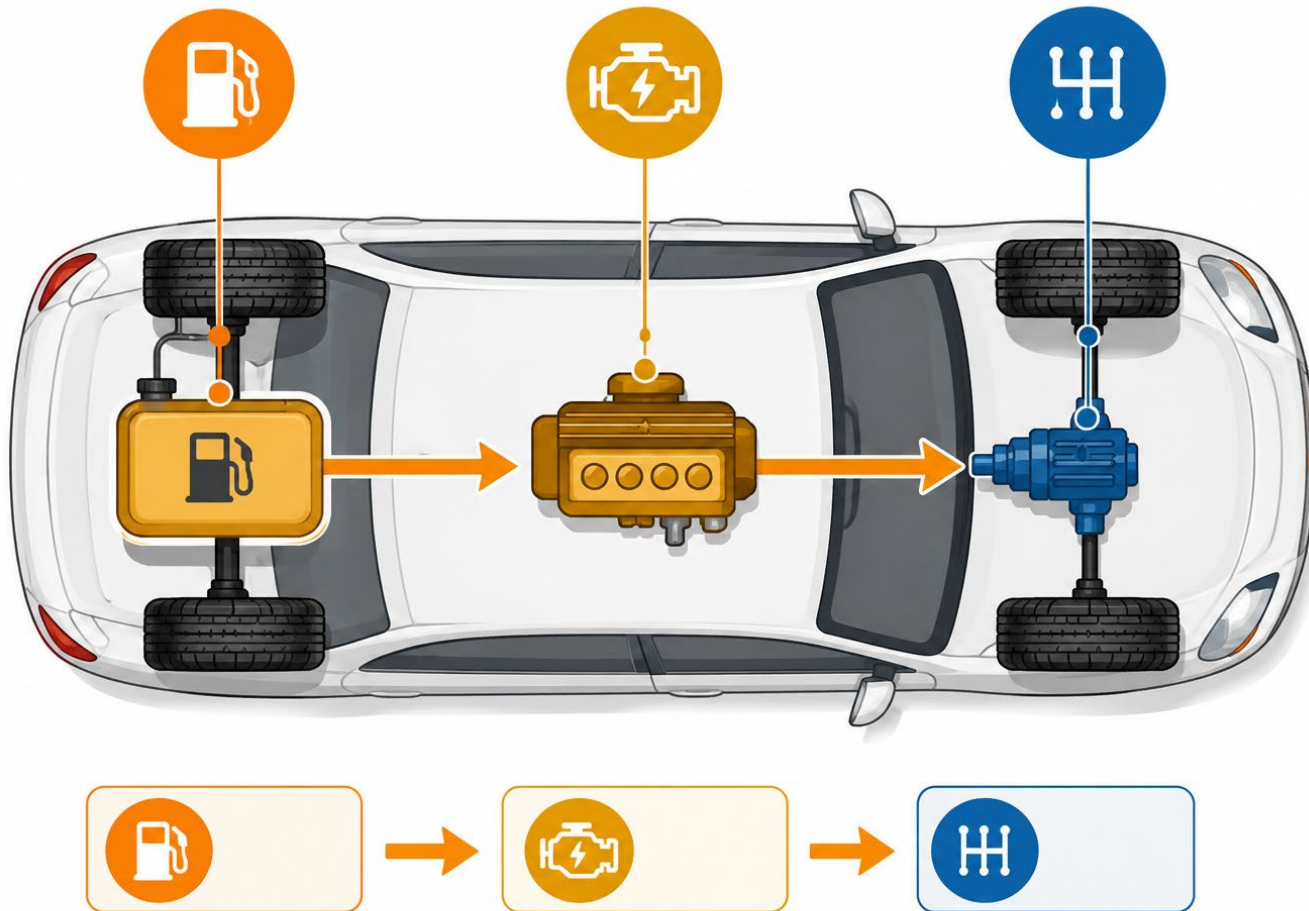
Motor a gasolina

Gerador

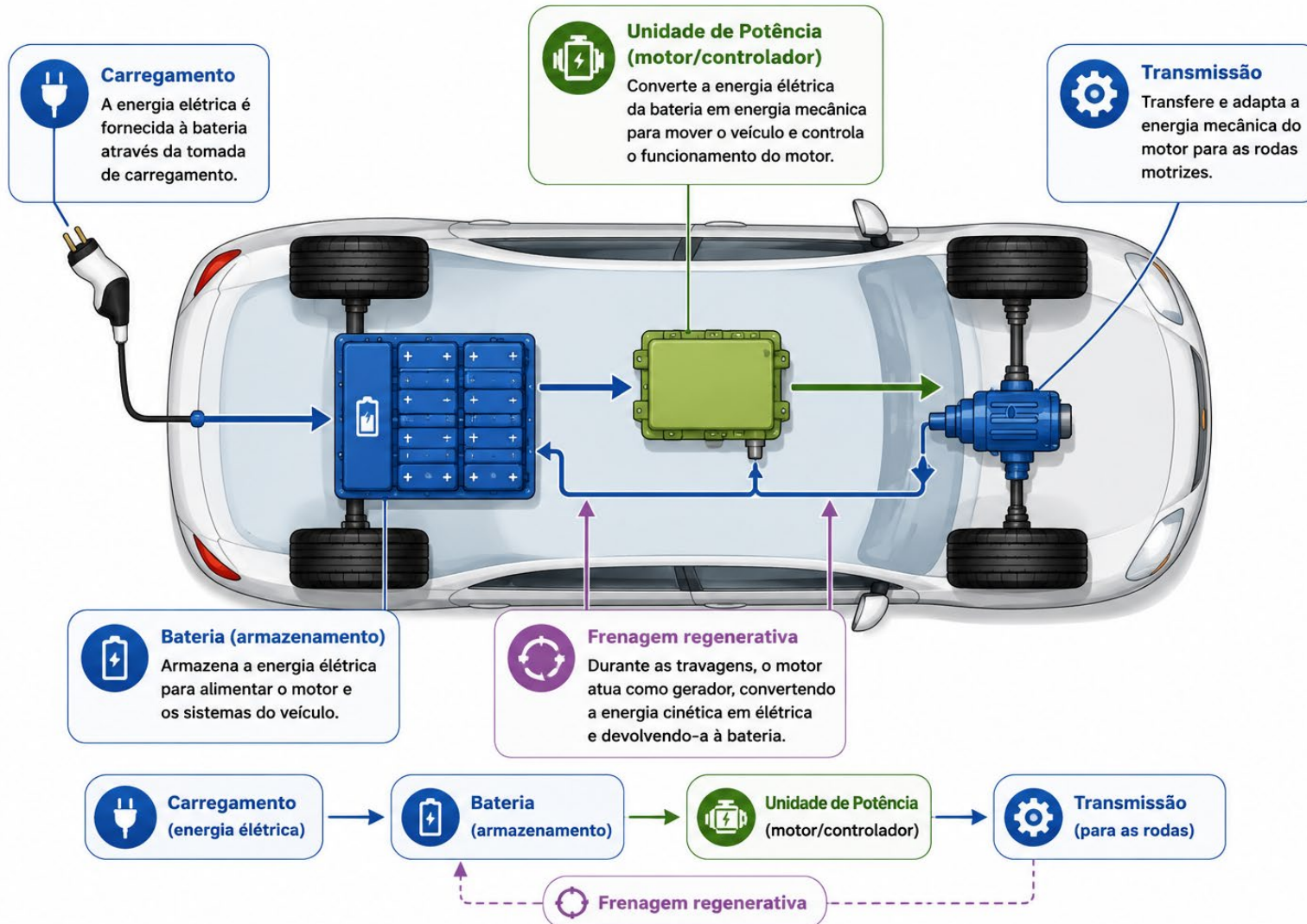
Bateria

- ✓ O **motor a gasolina** é conectado a um gerador que mantém a bateria carregada e pode prover eletricidade extra durante um pico.

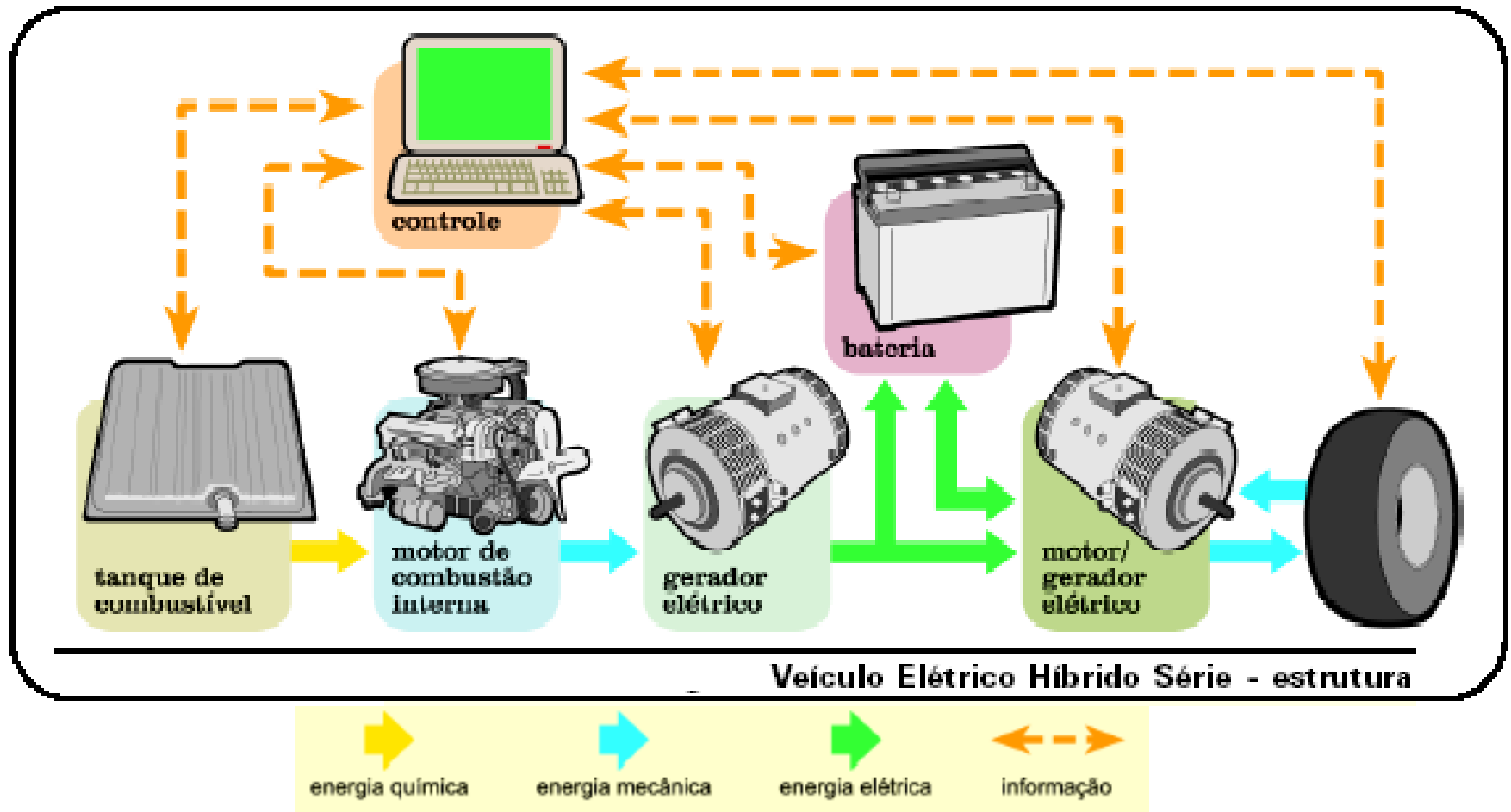
24.12.1 Veículo a gasolina



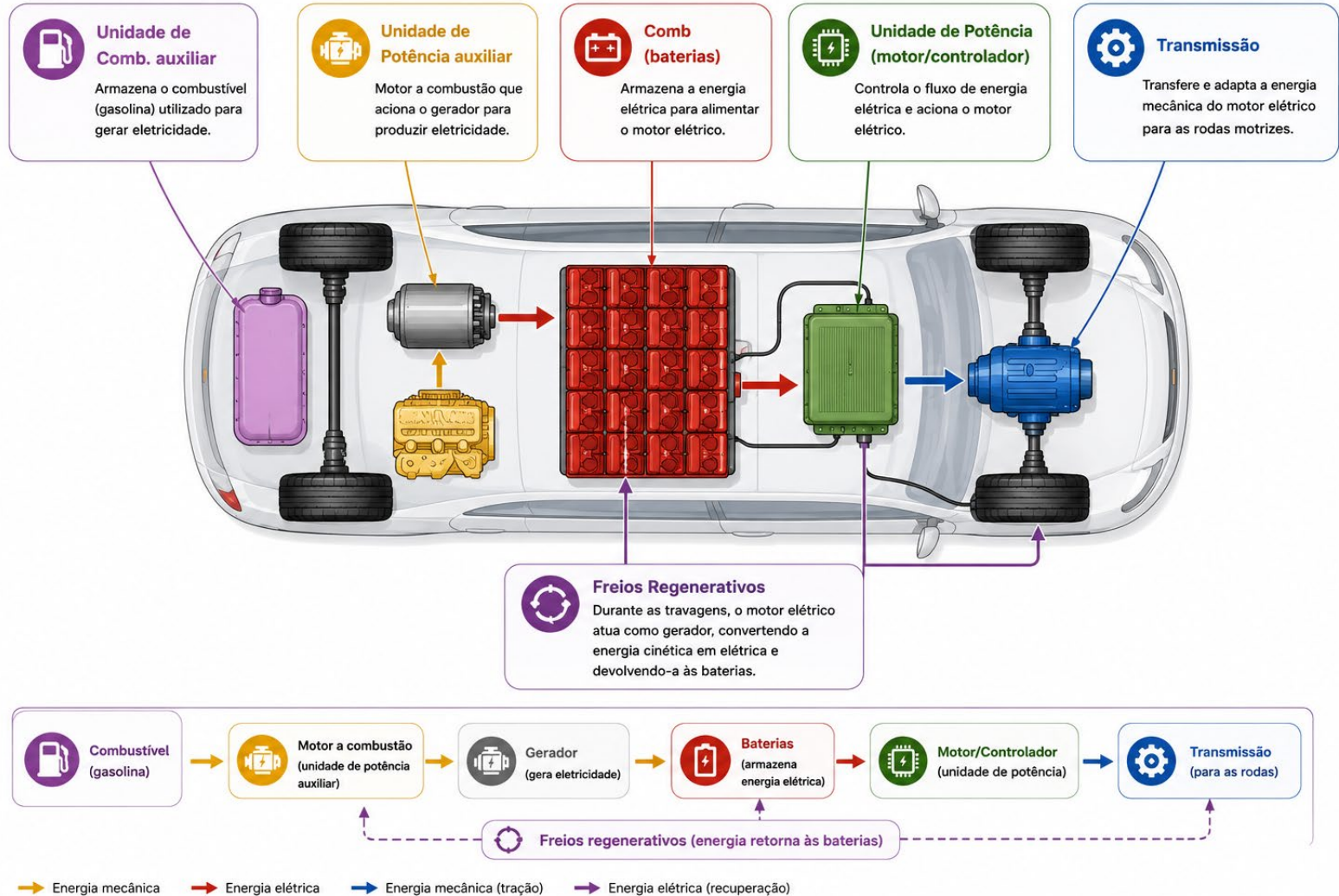
24.12.2 Veículo eléctrico



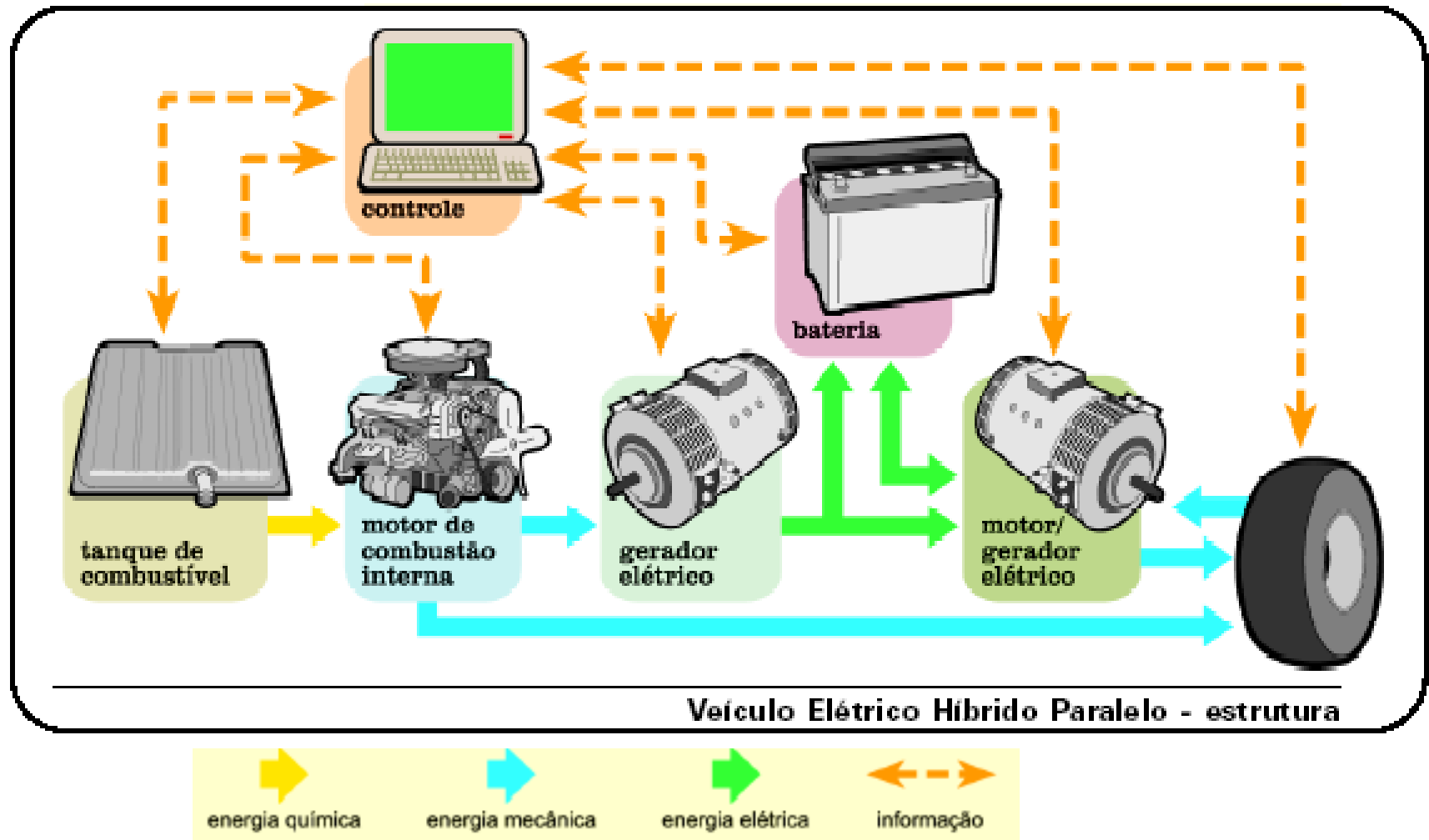
24.12.3 Veículo híbrido em série



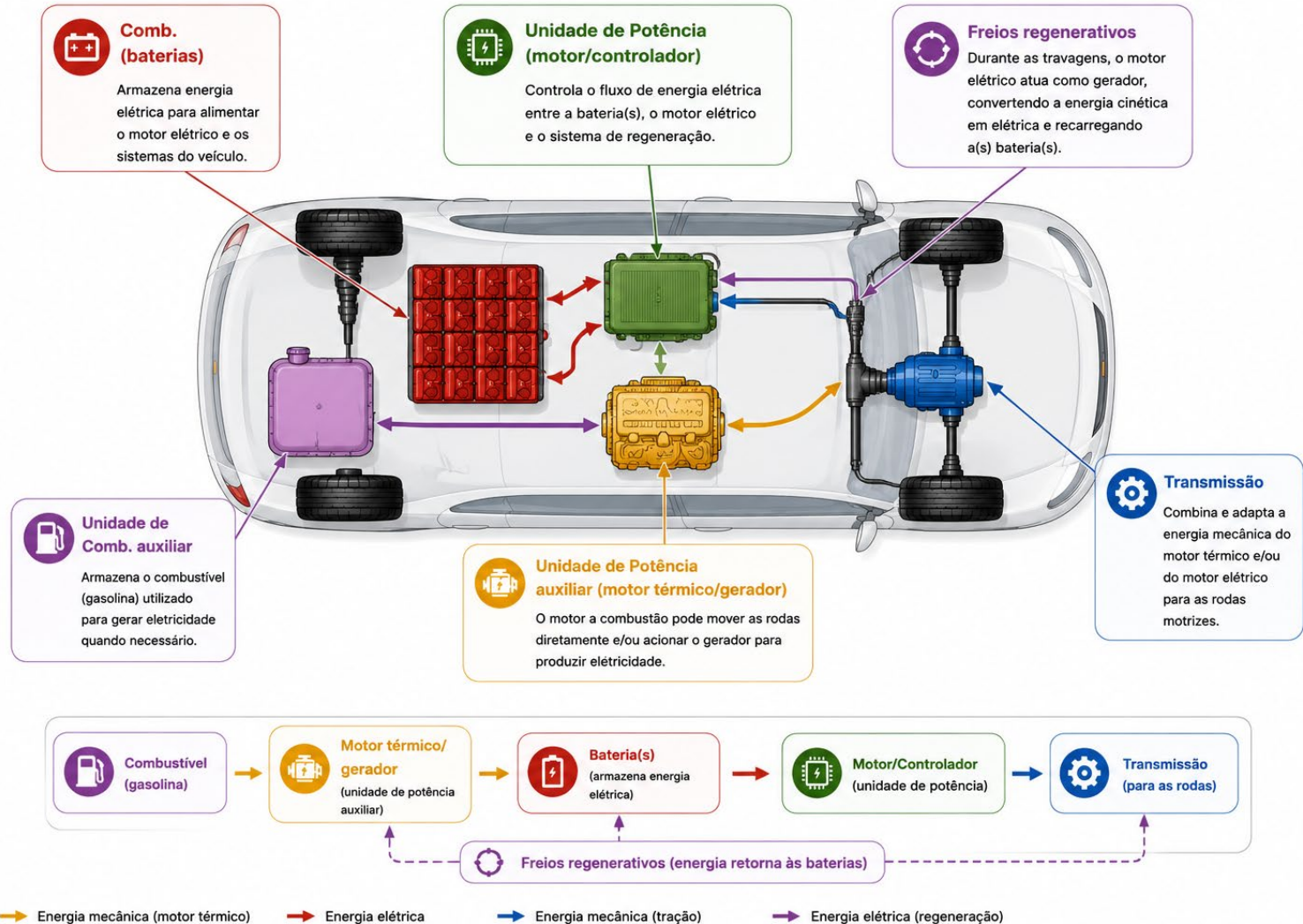
24.12.3 Veículo híbrido em série



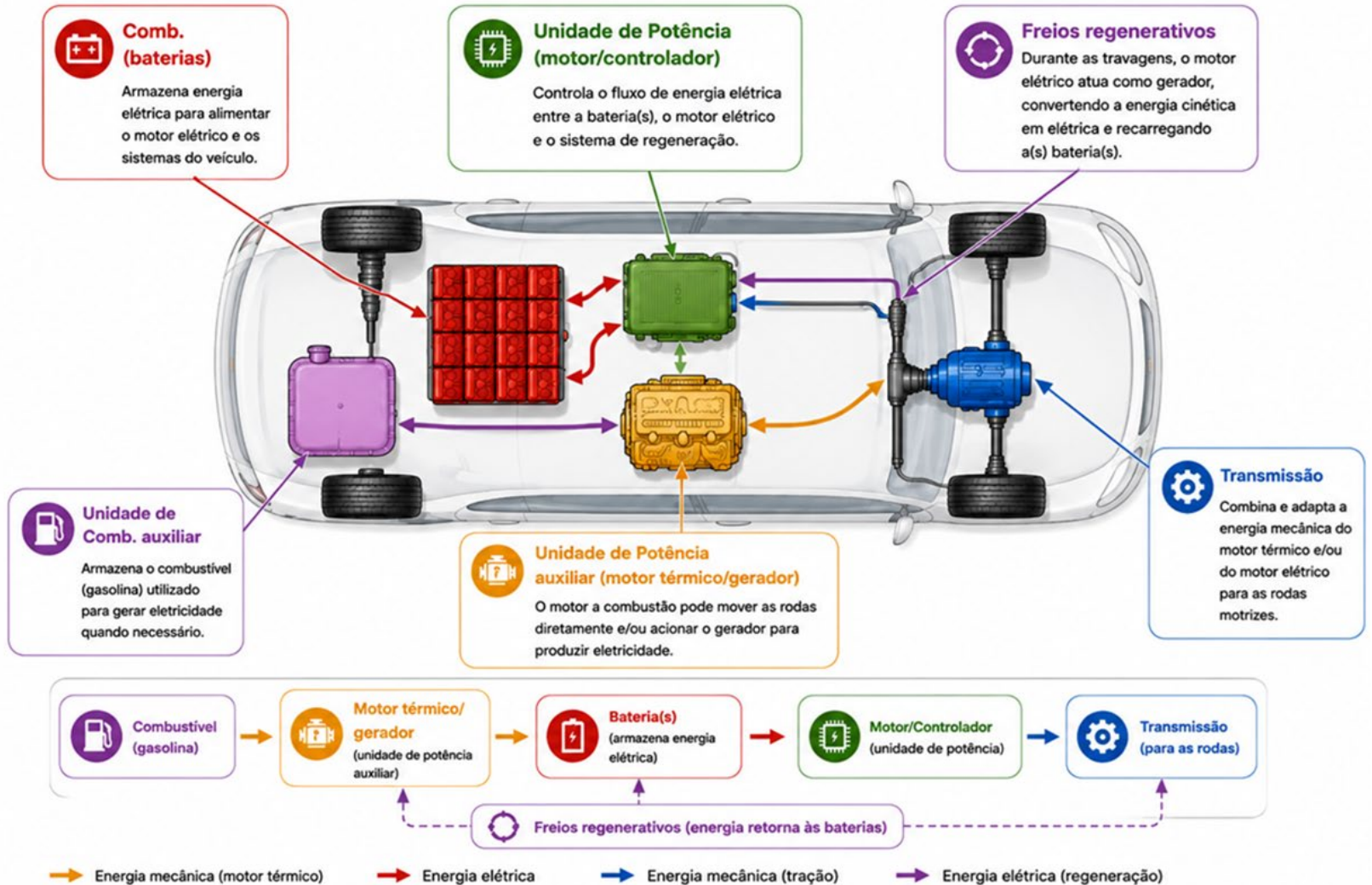
24.12.4 Veículo híbrido paralelo



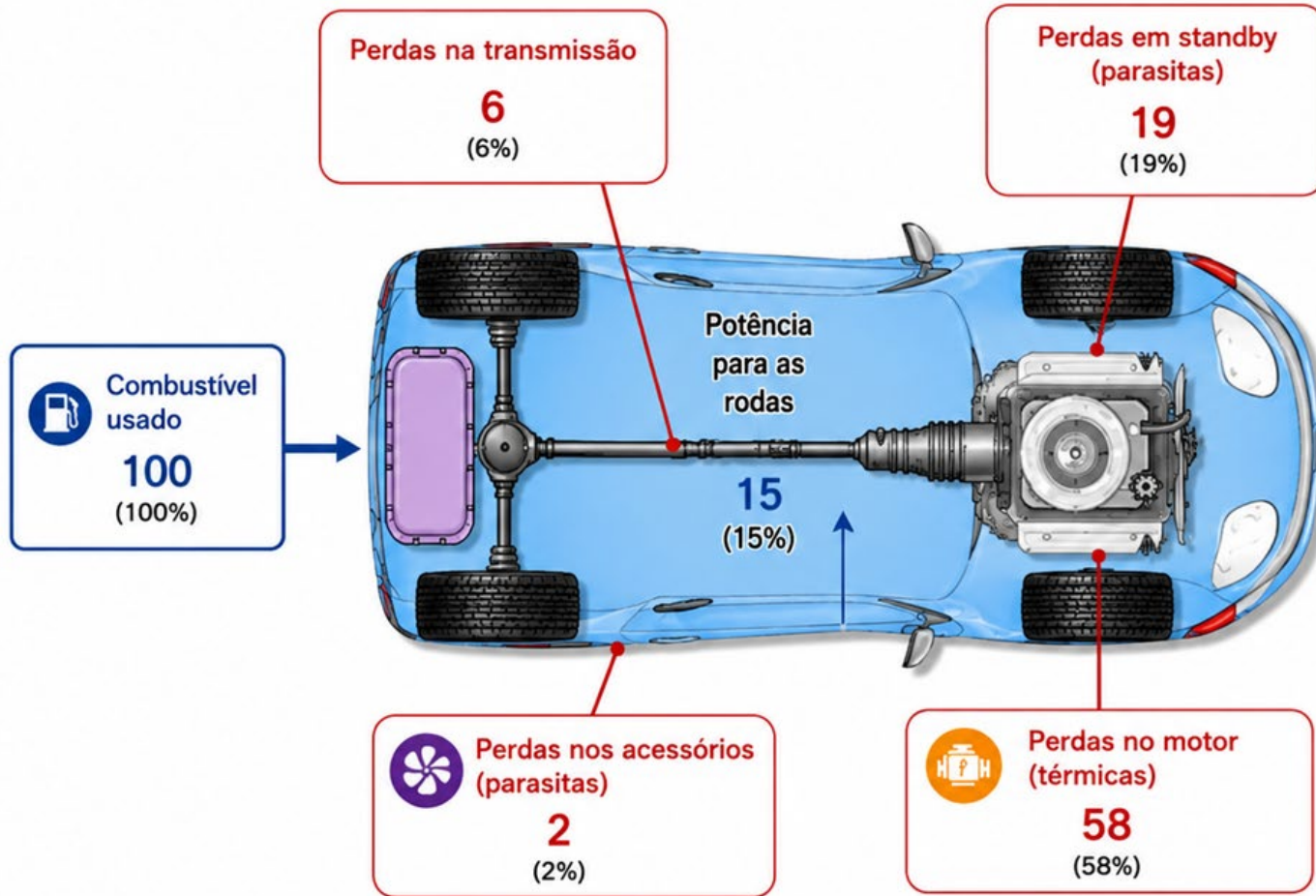
24.12.4 Veículo híbrido paralelo



24.12.5 Veículo híbrido combinado

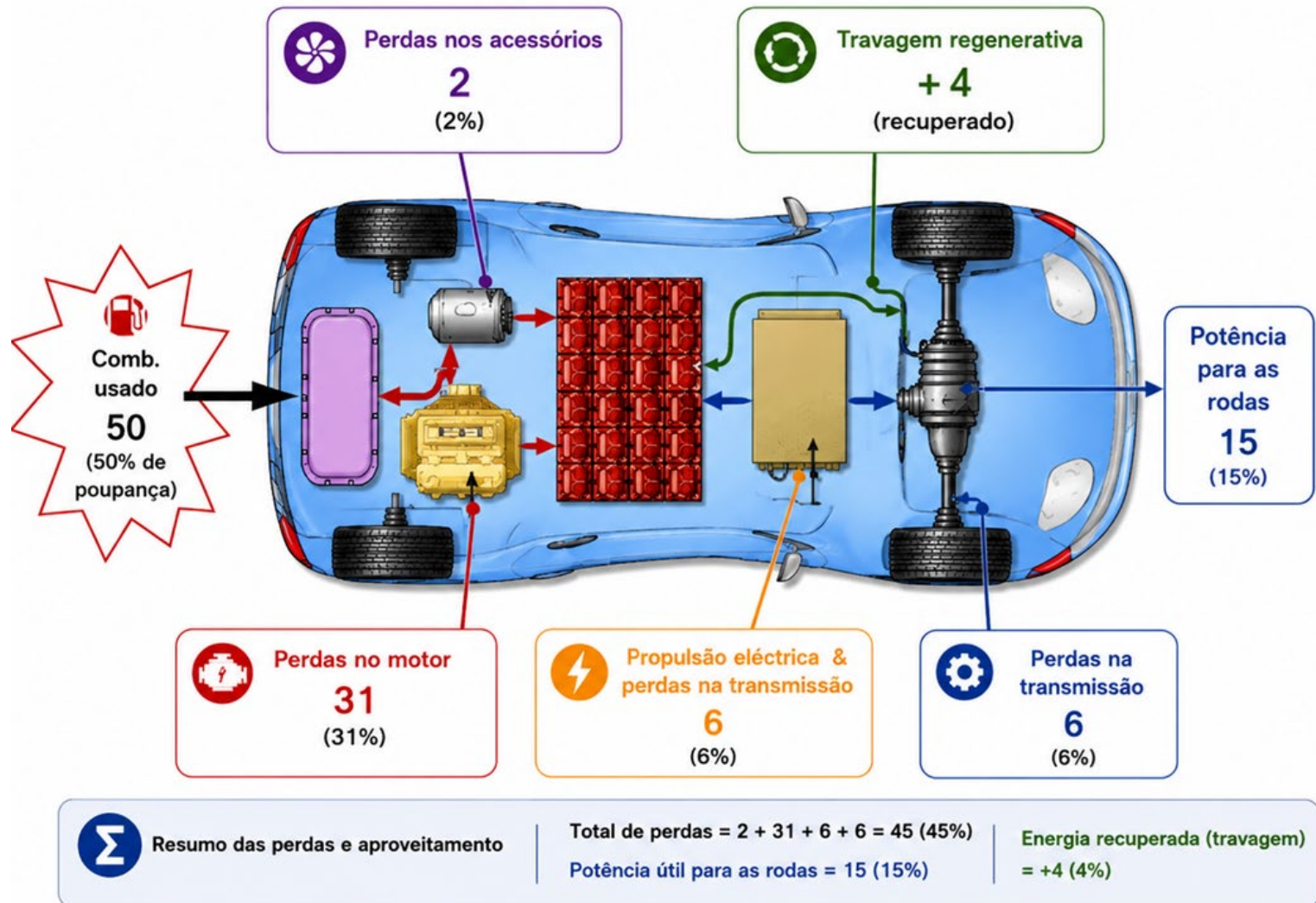


24.12.6 Perdas de energia em MCI



Σ Total de perdas = 6 + 19 + 2 + 58 = 85 | Potência útil para as rodas = 15 (15%)

24.12.7 Perdas de energia em veículos Híbridos



24.12.8 Vantagens de Veículos Eléctricos

01



Custo baixo de utilização

De modo geral, a electricidade é mais barata do que os combustíveis fósseis. O custo por quilómetro rodado com um carro eléctrico é **até 50% inferior** em relação a um modelo movido à combustão. Além disso, os veículos eléctricos têm **manutenção 15% mais barata** devido à simplicidade de sua mecânica.

02



Ausência de barulho

Os carros eléctricos são extremamente **silenciosos**, já que o seu motor não gera os ruídos da combustão e não há um sistema de escape.

03



Maior eficiência

Quando comparados aos automóveis “comuns”, os veículos eléctricos apresentam **alto torque**, o que garante um **desempenho superior**: basta pisar no acelerador e a energia é entregue instantaneamente às rodas.

04



Menor carga tributária

Diversos países oferecem **impostos reduzidos** e outros **subsídios** para a compra de um veículo eléctrico.

24.12.9 Desvantagens de Veículos Eléctricos

01



Alto custo de aquisição

Como são produzidos em pequenas séries e ainda possuem uma tecnologia cara, os veículos eléctricos têm custo de aquisição elevado se comparado aos automóveis movidos a combustível fóssil.

02



Autonomia limitada

Os modelos mais em conta de carros eléctricos oferecem uma autonomia de 300 Km, enquanto os lançamentos mais elaborados chegam a 600 Km. Esta limitação na autonomia pode dificultar viagens longas, que precisam ser feitas com intervalos para recargas.

03



Baterias pesadas e longo período de recarga

Mesmo com os avanços tecnológicos, as baterias dos veículos eléctricos ainda têm peso consideravelmente alto em relação aos veículos tradicionais. Em alguns modelos, a bateria de iões de lítio soma 450 kg e sua recarga pode demorar de 6 a 8 horas em uma tomada normal de 220v.

04

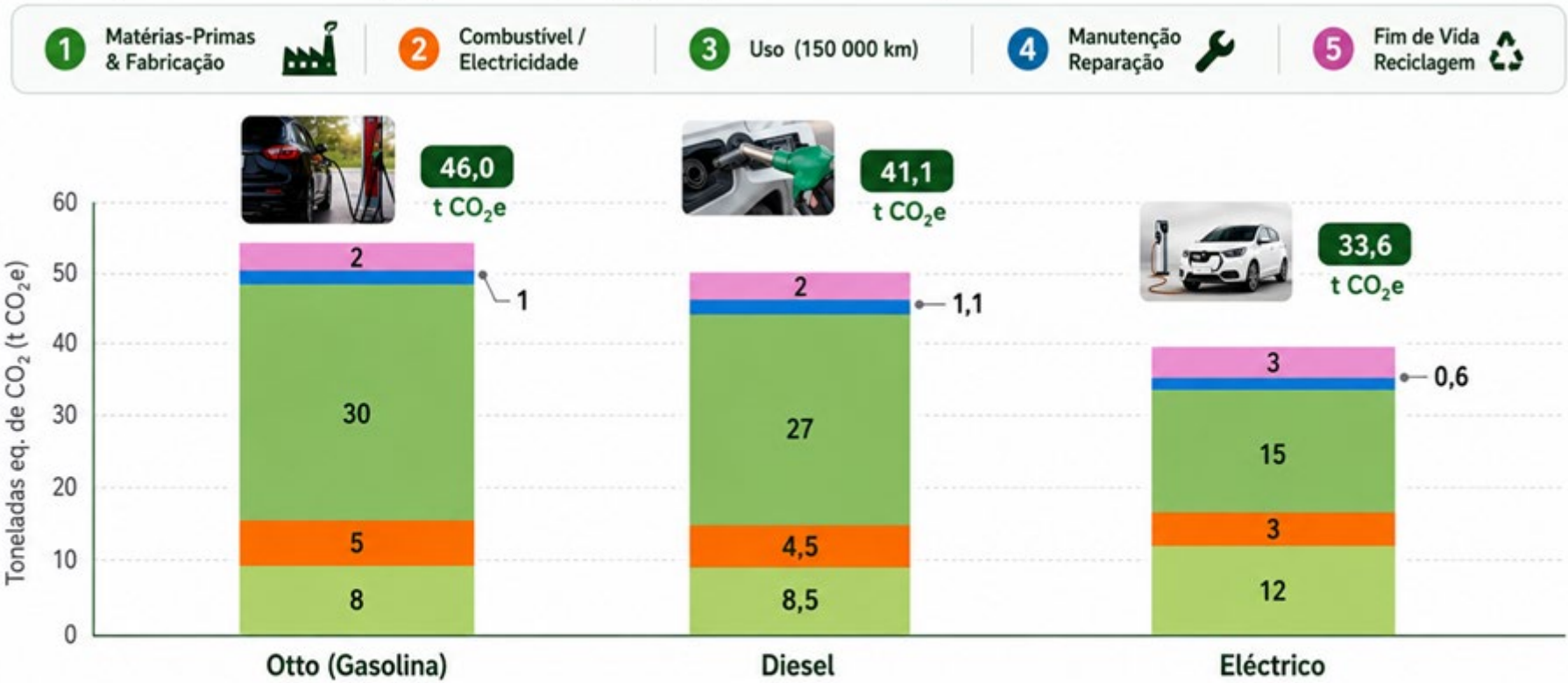


Número reduzido de postos de carregamento

A infraestrutura de recarga ainda é limitada em muitas regiões, o que pode dificultar o uso do veículo eléctrico, especialmente em viagens longas ou em áreas remotas.

24.12.10 Toneladas de CO2 emitidas no Ciclo de Vida

Comparação das emissões de CO₂ equivalente (t CO₂e) por tipo de veículo ao longo do ciclo de vida



Resumo:

Na fase de construção, o veículo a gasolina é, em geral, **o mais nocivo ao ambiente**, seguido do Diesel. O **veículo eléctrico** apresenta menor impacto nesta fase, apesar do maior impacto na produção das baterias.



Total de emissões (t CO₂e)

- 1º Otto (Gasolina) **46,0**
- 2º Diesel **41,1**
- 3º Eléctrico **33,6**



Considera-se: 150 000 km de utilização e fim de vida com reciclagem.

24.12.11 Preço médio dos automóveis com diferentes tipos de motorização

Tipo de Veículo	Custo Médio de Compra (USD)	Observações
 Carro a Gasolina	25 000 – 38 000 (↑ vs. anos anteriores)	<ul style="list-style-type: none">• Modelos compactos a médios.
 Carro a Gasóleo	28 000 – 45 000 (↑ vs. anos anteriores)	<ul style="list-style-type: none">• Geralmente ligeiramente mais caro que o equivalente a gasolina;• Maior eficiência de combustível e maior autonomia.
 Carro Eléctrico	38 000 – 70 000 (↓ em alguns mercados)	<ul style="list-style-type: none">• Inclui baterias e tecnologia avançada;• Incentivos fiscais e subsídios podem reduzir significativamente o custo líquido.

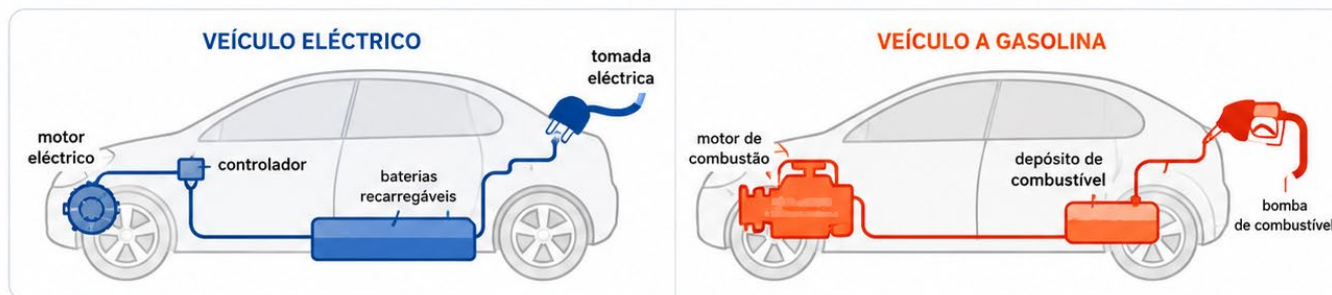


Valores médios globais para **2024/2025**. Podem variar conforme marca, modelo, país, impostos e incentivos.

24.12.12 Vantagens e Desvantagens

ELÉCTRICO vs. GASOLINA

ELÉCTRICO			GASOLINA
Zero-Emissões		EMISSÕES	Poluição/ gases efeito estufa
Rede eléctrica		FONTE DE ENERGIA	Petróleo / OPEC
Autonomia ±300 km		AUTONOMIA	Autonomia + de 600 km
Horas para recarregar		TEMPO DE REABASTECIMENTO	Minutos para reabastecer
Custo por km	(baixo)	CUSTO POR KM	(alto)



- MELHOR PARA O AMBIENTE**
Menos emissões e poluição
- MAIS SILENCIOSO**
Motor eléctrico quase silencioso
- MAIOR EFICIÊNCIA**
Mais energia convertida em movimento
- ABASTECIMENTO RÁPIDO**
Reabastecimento em poucos minutos
- MAIOR AUTONOMIA**
Ideal para viagens longas

WWW.PORTAL-ENERGIA.COM