

Motores Térmicos

8º Semestre

4º 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

- Porque o recurso a combustíveis alternativos?
 - Avanço da economia mundial;
 - Crescimento da demanda;
 - Preços altos dos produtos energéticos;
 - Capacidade de refino no limite;
 - Forte dependência em energéticos não-renováveis;
 - Condições climáticas em alteração;
 - Instabilidade geopolítica e conflitos bélicos em importantes países supridores de energia, o que faz o aumento do preço dos produtos energéticos a níveis insustentáveis.

24.2 Óleos Vegetais In Natura

▶ Vantagens:

- ▶ Fonte abundante e diversificada;
- ▶ Processamento já dominado;
- ▶ Não contém enxofre na composição, minimizando emissão de, SO_2 .

▶ Desvantagens:

- ▶ Alta viscosidade, dificultando alimentação no motor;
- ▶ Liberta resíduos no motor, prejudicando a sua vida útil;
- ▶ Pode liberar componentes tóxicos, se a combustão não for completa.

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



24.3 Biodiesel

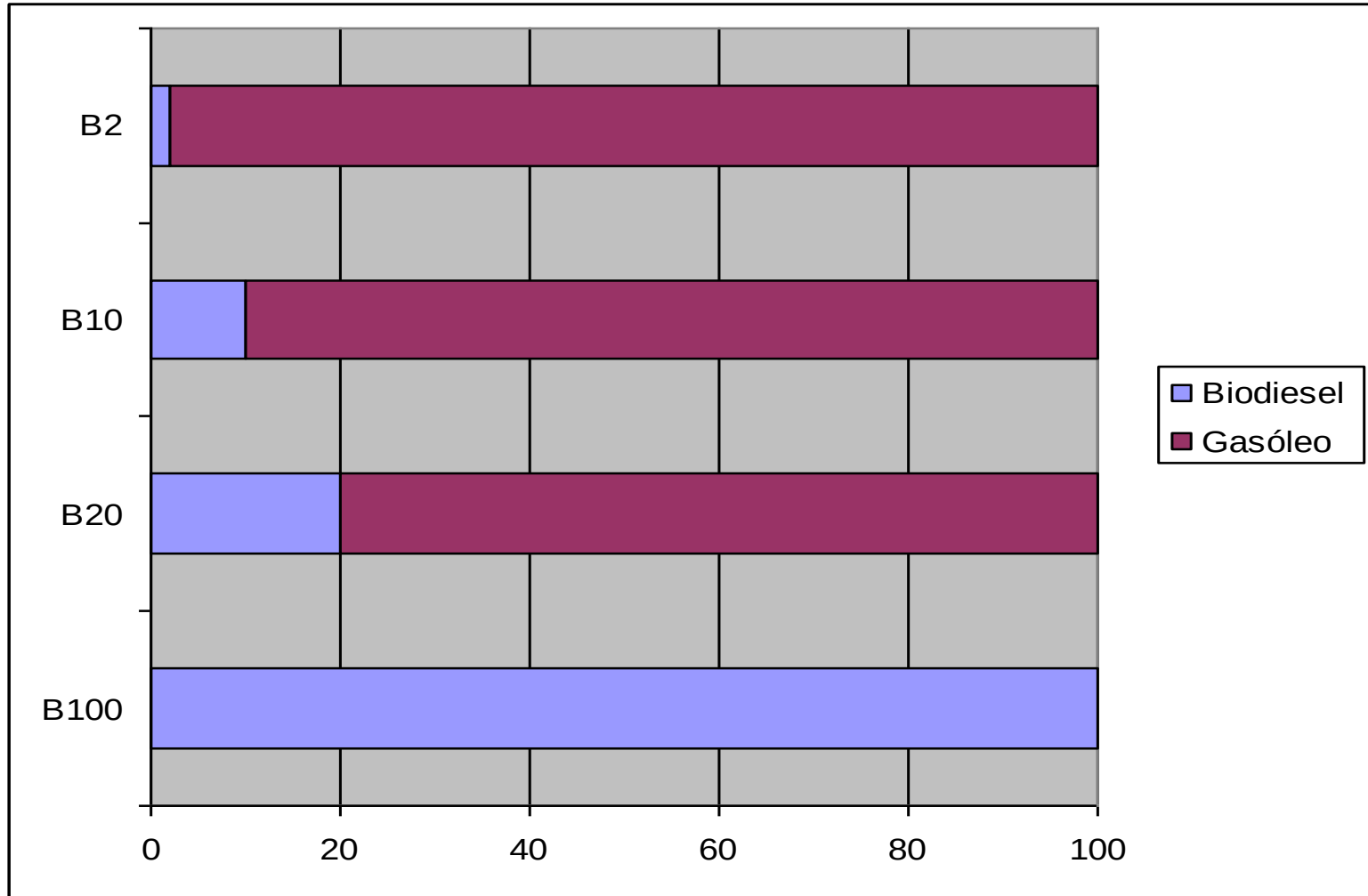
“Biodiesel é a denominação genérica para os ésteres de ácidos graxos resultantes da reacção entre um TRIGLICERÍDEO e um ÁLCOOL. A esta reacção química dá-se o nome de e TRANSESTERIFICAÇÃO, ou seja, a transformação de um éter em outro”

- ▶ Os triglicerídeos são os principais componentes dos óleos vegetais e das e gorduras animais. O álcool pode ser o metanol ou etanol.
- ▶ Do ponto de vista de uso como combustível, a principal diferença entre o biodiesel e um óleo vegetal é a sua menor viscosidade, facilitando a alimentação do motor e gerando menor quantidade de resíduos que danificam o motor.

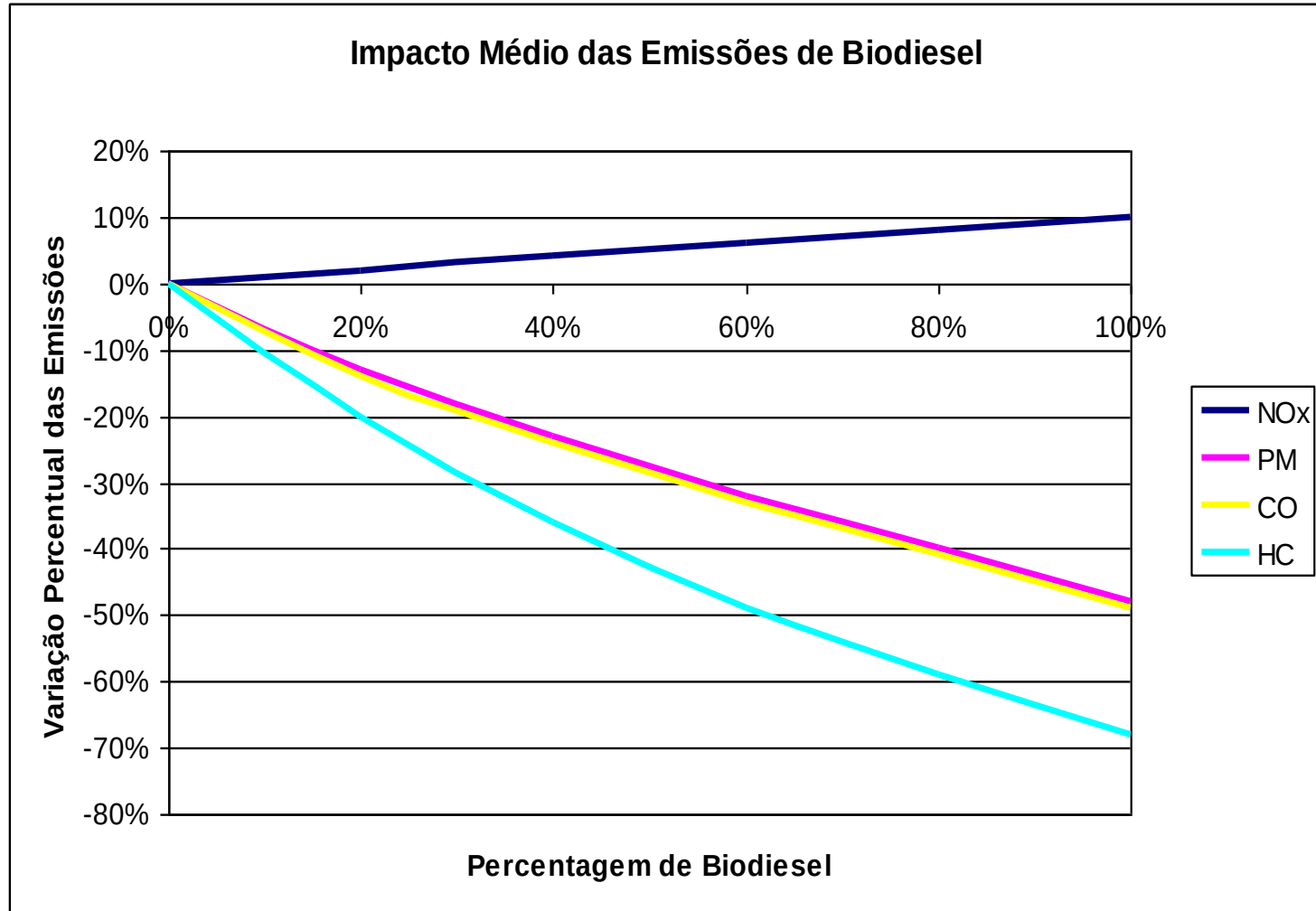
24.3.1 Vantagens do Biodiesel

- ▶ 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.

24.3.2 Misturas Gasóleo e Biodiesel



24.3.3 Benefícios Ambientais do Biodiesel



23.3.4 Matérias Primas para a Produção de Biodiesel

Grupo: Óleos e Gorduras De Animais	Grupo: Óleos e Gorduras Vegetais	Grupo: Óleos Residuais de Frituras	Grupo: Matérias Graxas de Esgotos
Origens: Matadadouros Frigoríficos Curtumes	Origens: Agriculturas Temporárias e Permanentes	Origens: Cocções Comerciais e Industriais	Origens: Águas Residuais das Cidades e de certas Indústrias
Obtenção: Extração com Água e Vapor	Obtenção: Extração Mecânica Extração Solvente Extração Mista	Obtenção: Acumulações e Coletas	Obtenção: Processos em fase de Pesquisa e Desenvolvimento

23.3.5 Rendimento das candidatas

Material oleaginoso	Conteúdo de óleo (%)
Coco	66-68
Babaçu (<i>Orbignya phalerata</i> ou <i>Attalea speciosa</i>)	60-65
Gergelim	50-55
Polpa de palma (dendê)	45-50
Caroço de palma (palmiste)	45-50
Amendoim	45-50
Colza (canola)	40-45
Girassol	35-45
Jatropha	30-35
Açafrão	30-35
Oliva	25-30
Algodão	18-20
Soja	18-20

23.3.6 Algumas Matérias Primas



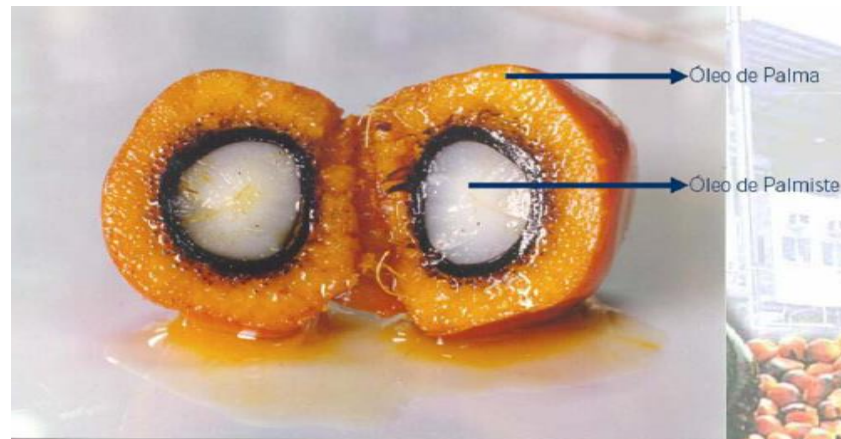
Mamona



Copra - coco



Jatropha



Palma

23.3.6 Algumas Matérias Primas



Babaçu



Colza



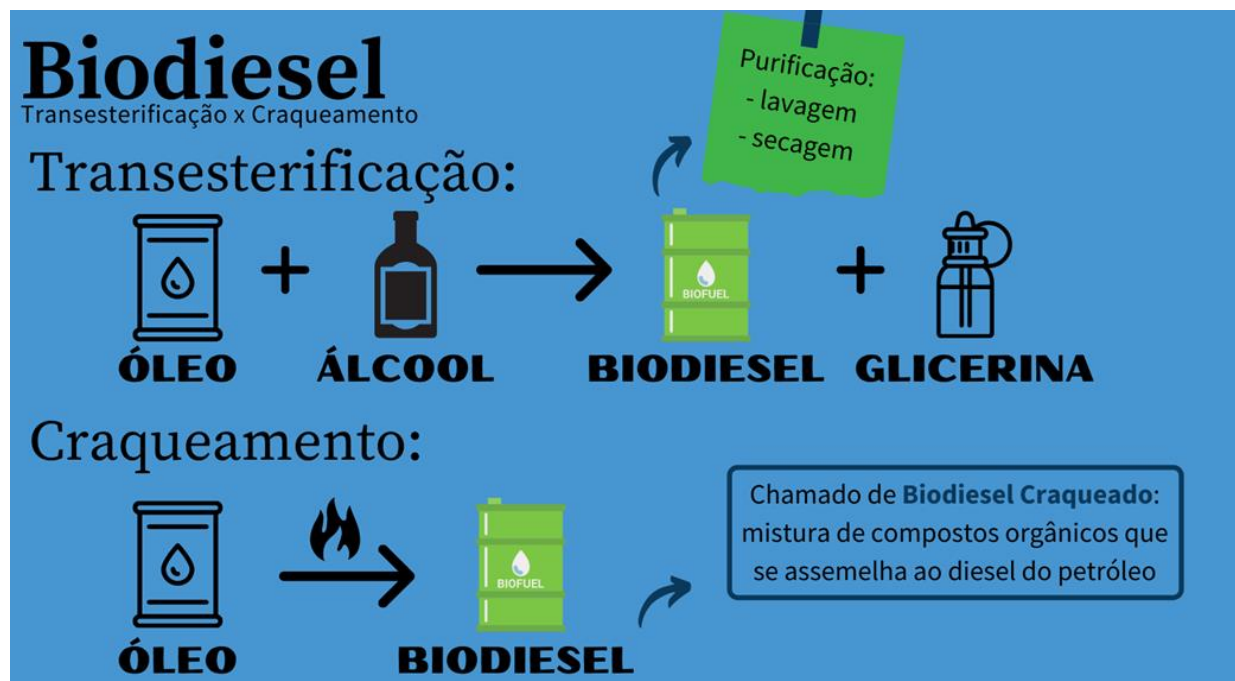
Açafrão



Gergelim

24.3.7 Produção do Biodiesel

O biodiesel pode ser produzido de maneiras diferentes, e com diferentes matérias primas. Os dois métodos mais utilizados são a **transesterificação** e o **craqueamento**. A reação de transesterificação é um processo mais utilizado, sendo mais viável para produções em larga escala. Já pequenos produtores preferem o craqueamento, em uma escala menor de produção.



24.3.7.1 Transesterificação

A transesterificação é um processo químico utilizado principalmente na produção de biodiesel. Esse processo envolve a reação de um triglicerídeo, que é um éster derivado de um ácido graxo comum em óleos vegetais e gorduras animais, com um álcool, normalmente metanol ou etanol, para formar ésteres de ácidos graxos e glicerina.

Reagentes:

Triglicerídeos (moléculas de gordura encontradas em óleos vegetais como soja, canola, palma, e em gorduras animais);

Álcool (Metanol);

Catalisador (hidróxidos de sódio ou potássio).

24.3.7.1 Transesterificação

Processo:

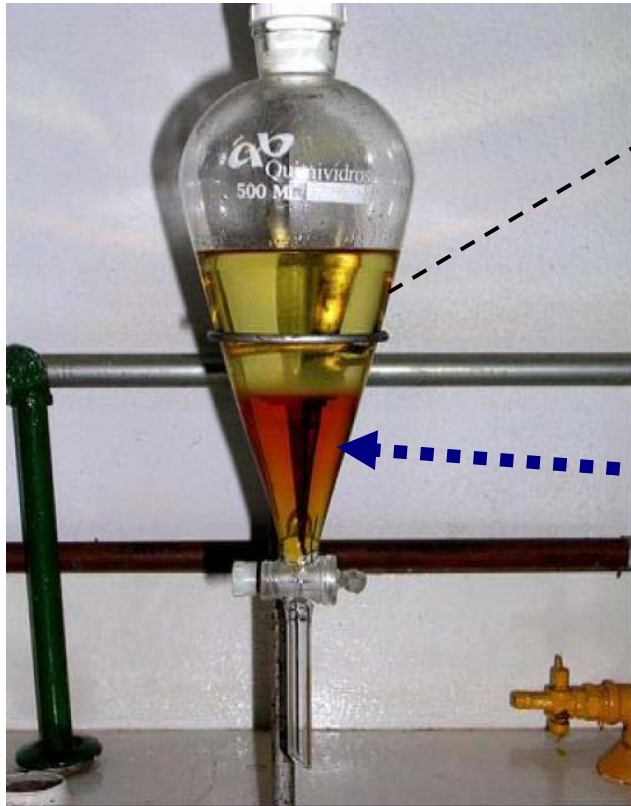
A reação ocorre ao misturar os triglicerídeos com o álcool e o catalisador. A mistura é geralmente aquecida entre 60°C e 80°C para aumentar a taxa de reação.

Durante a reação, os triglicerídeos são convertidos em ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos (dependendo do álcool usado) e glicerol como subproduto.

Separação e Purificação:

Após a reação, a mistura contém ésteres de ácidos graxos (biodiesel), glicerol, excesso de álcool e catalisador. Estes são separados e purificados por processos como decantação, lavagem e destilação.

24.3.7.1 Trnsesterificação



Fase rica em
estéreis
etílicos

Fase rica em
glicerina
impurezas e
excesso de
etanol



Lavagem do Biodiesel

24.3.7.2 Craqueamento

A produção de biodiesel por craqueamento é um método alternativo aos processos tradicionais de transesterificação. No craqueamento, moléculas de triglicerídeos presentes em óleos vegetais ou gorduras animais são quebradas termicamente ou cataliticamente em componentes menores, como hidrocarbonetos de cadeia mais curta. Esse processo pode ser feito de várias maneiras:

- ▶ Craqueamento térmico (pirólise) temperatura entre 400 e 500°C:
- ▶ Craqueamento catalítico (com a introdução de um catalisador; e
- ▶ Craqueamento hidrotérmico (este método usa a água como meio para transferência de calor e como reagente).

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)

24.5 Metanol CH₄O

Mesmo que o etanol apresente várias vantagens, quem se sobressai na rota produtiva de biodiesel é o álcool metanol, por ser mais barato e fornecer biodiesel com boa qualidade e com condições melhores de processamento, mesmo que seja altamente tóxico.

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

24.6 Propano

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

- ▶ Evapora a uma baixa temperatura
- ▶ Baixas emissões
- ▶ 6,5 kW h/ litro
- ▶ Índice de octano 104

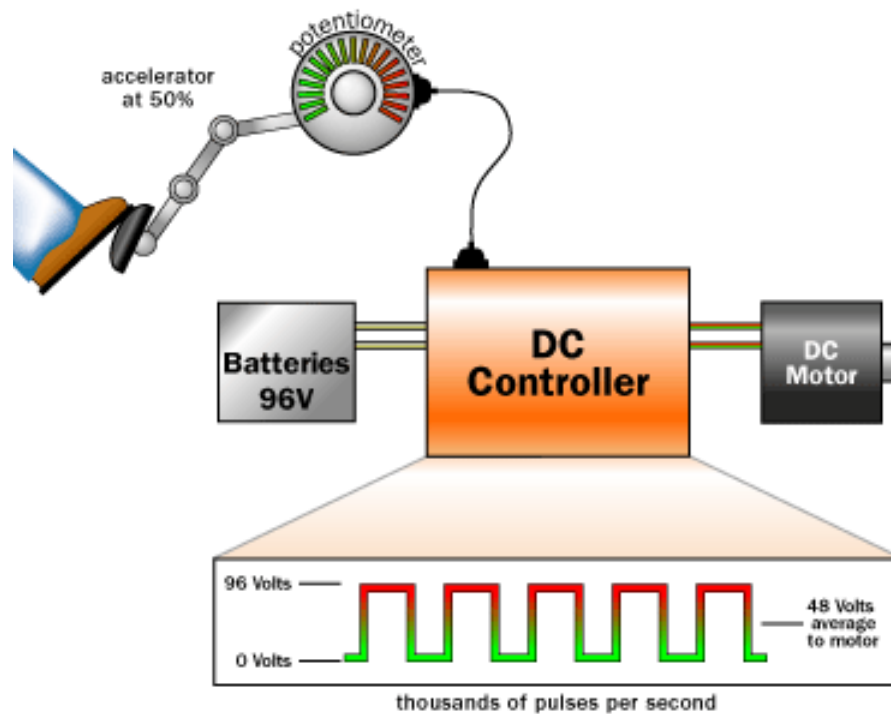
24.7 Gás Natural Comprimido (CNG)

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.

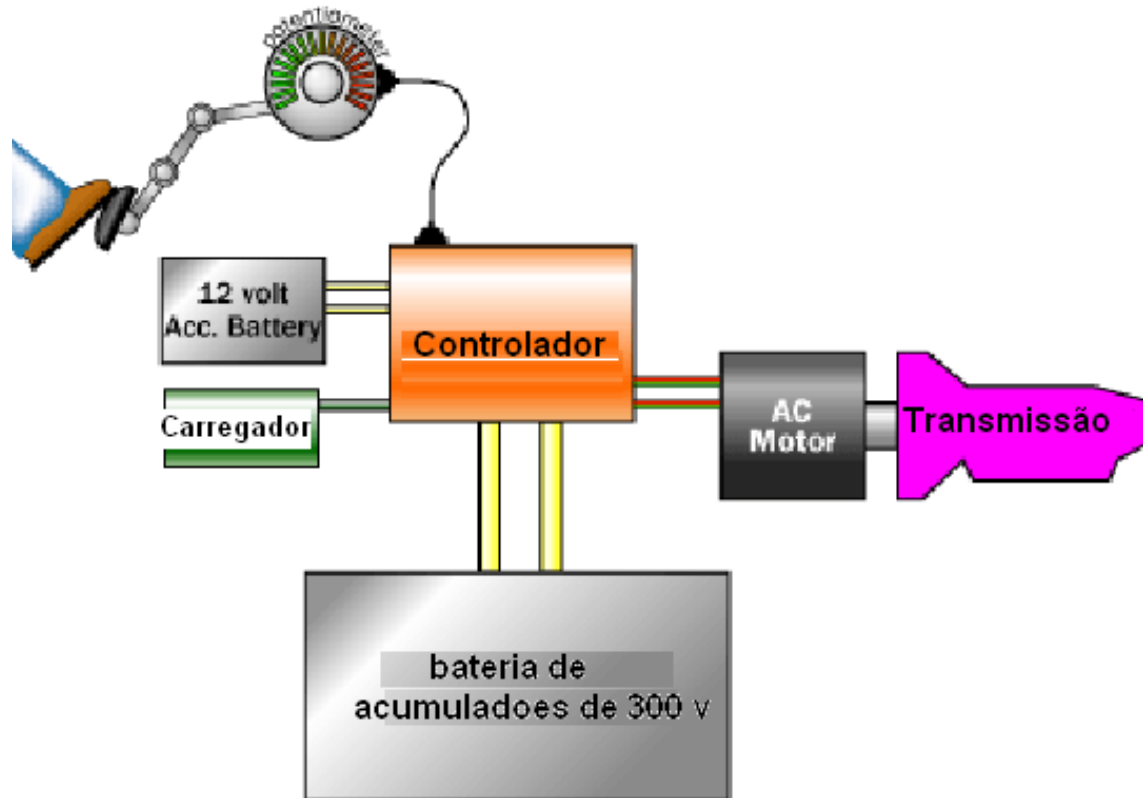
Possui alta eficiência no processo de queima.

- ▶ Índice de octano 130
- ▶ Tem que ser armazenado em tanques de alta pressão (156 – 207 bar)
- ▶ 2,942 kW h / litro

24.8 Veículos eléctricos



24.8 Veículos eléctricos



24.8.1 Baterias

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

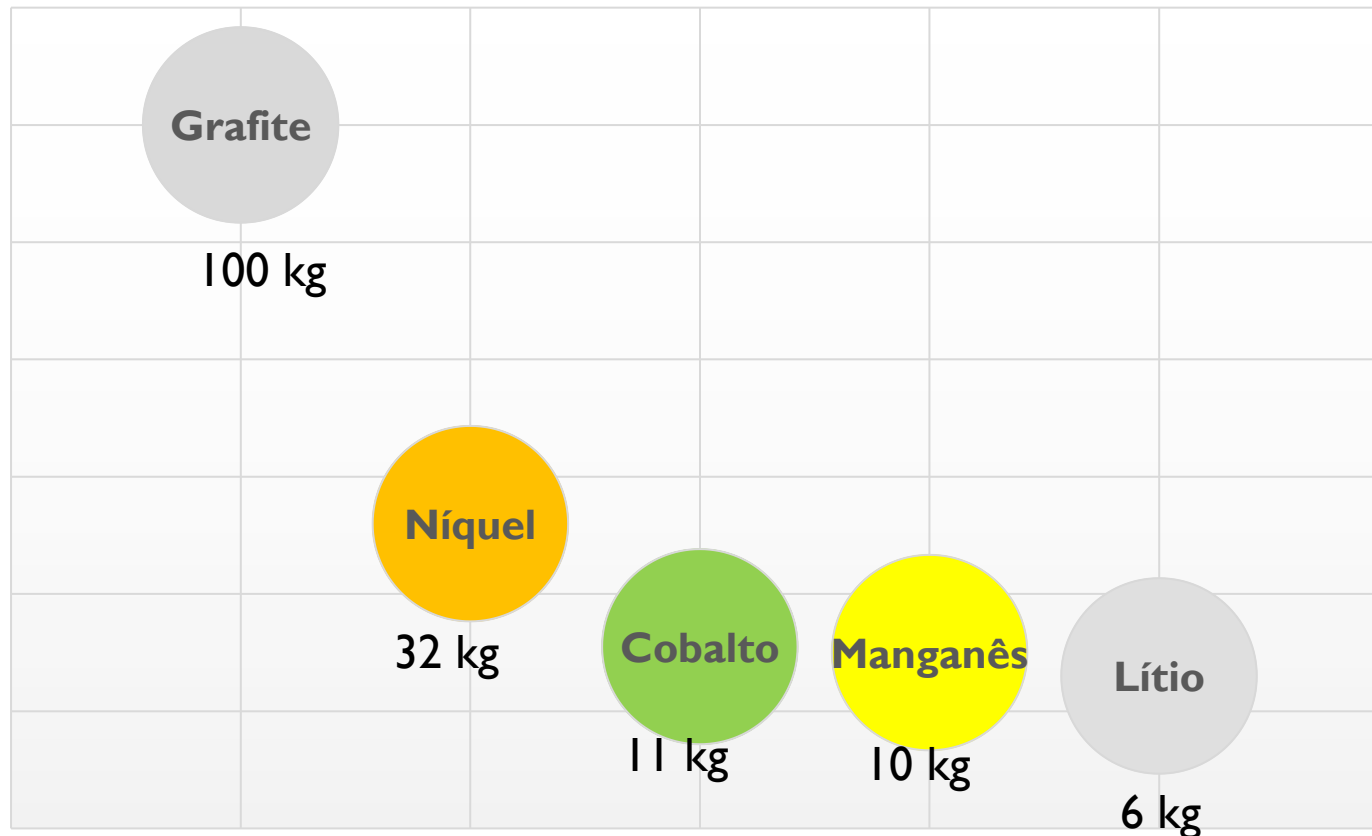
Grande parte dos carros eléctricos actuais utiliza dois tipos de baterias: baterias de iões de lítio (frequentes nos 100% eléctricos, como os Tesla, o **Jaguar I-Pace** e outros), e baterias de hidretos de níquel-metal, mais vulgares nos híbridos.

24.8.1 Baterias



24.8.1 Baterias

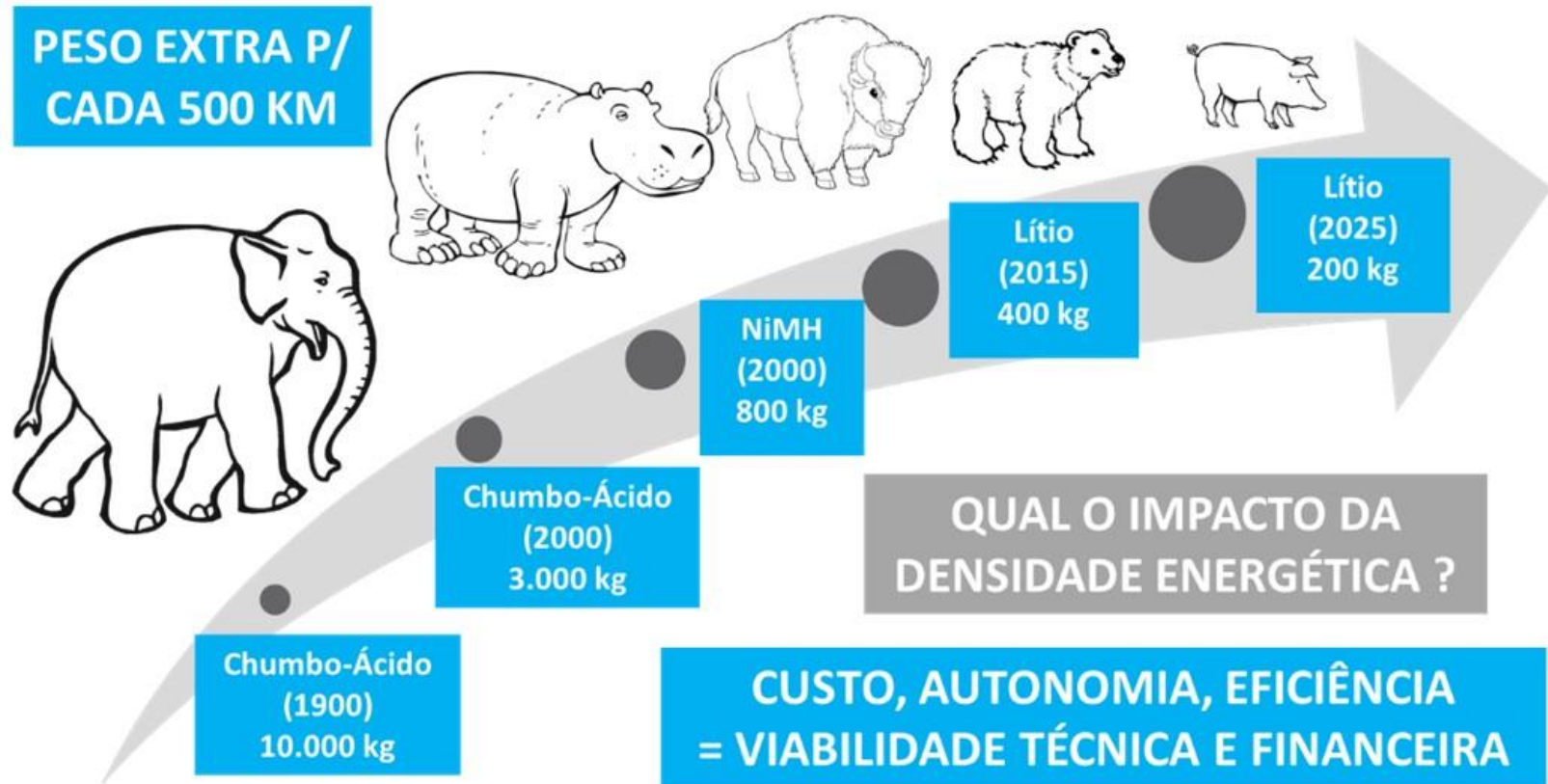
Uma bateria de um carro eléctrico contém basicamente alumínio, aço e plástico além disso uma bateria de 400 kg com capacidade de 50 kWh é composta por:



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

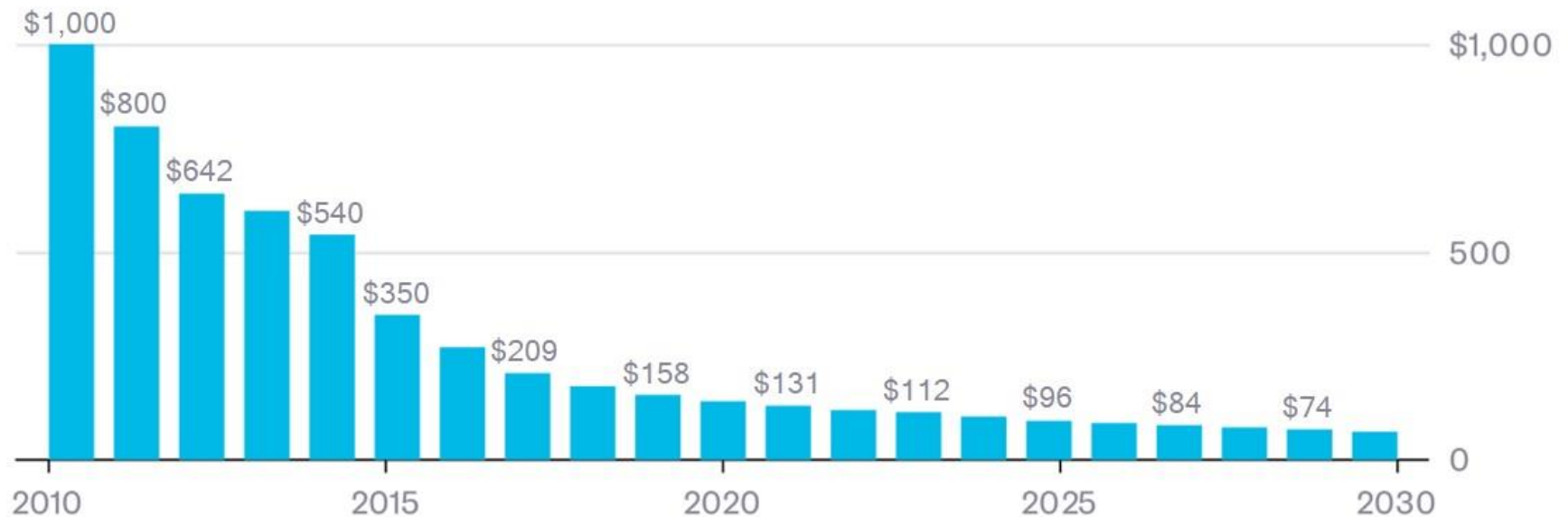
24.8.1 Baterias



24.8.1 Baterias

Baterias mais baratas

O custo de armazenamento de um quilowatt-hora de eletricidade caiu e deve cair ainda mais



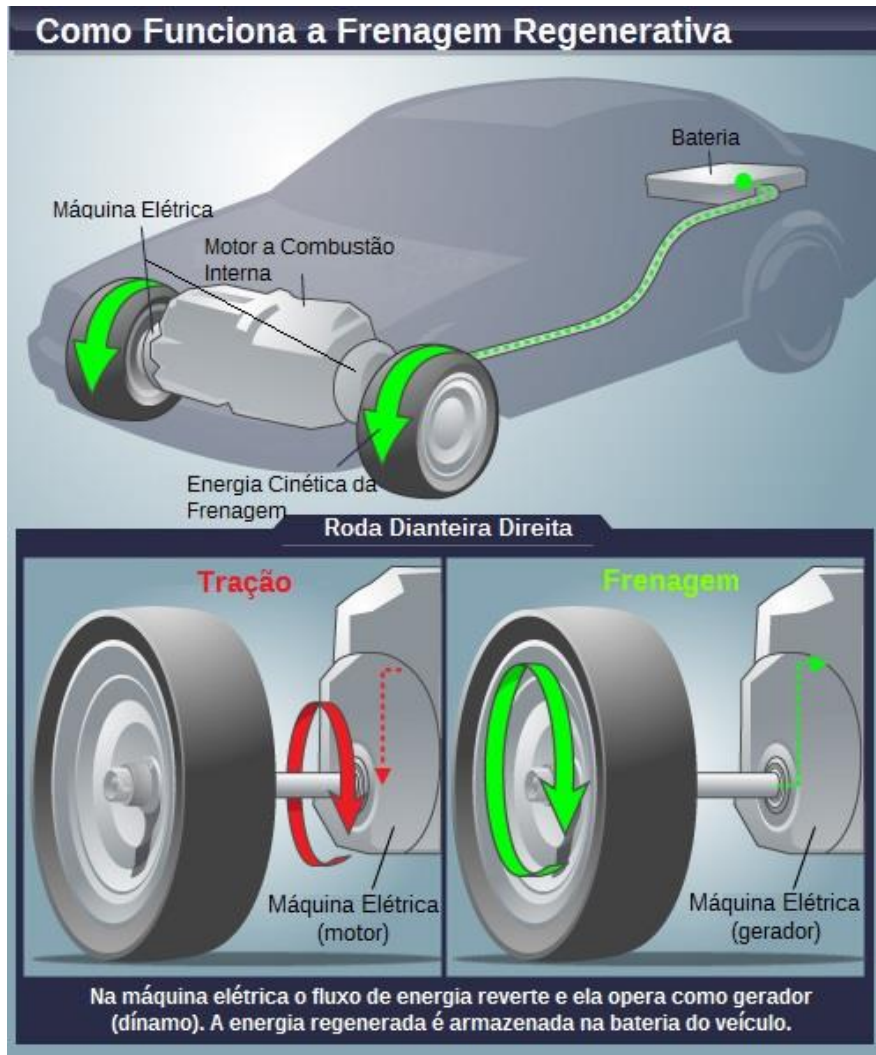
Nota: Os números a partir de 2018 são uma projeção

Fonte: BloombergNEF

24.8.2 Travagem Regenerativa

- ▶ Muitos veículos eléctricos usam o freio regenerativo
- ▶ Quando os freios são aplicados o motor eléctrico. converte-se de uma fonte de energia em um gerador
- ▶ Os motores produzindo energia eléctrica ajudam a reduzir a velocidade do veículo.
- ▶ A electricidade produzida pelo motor quando o automóvel está a travar é usada para carregar as baterias.

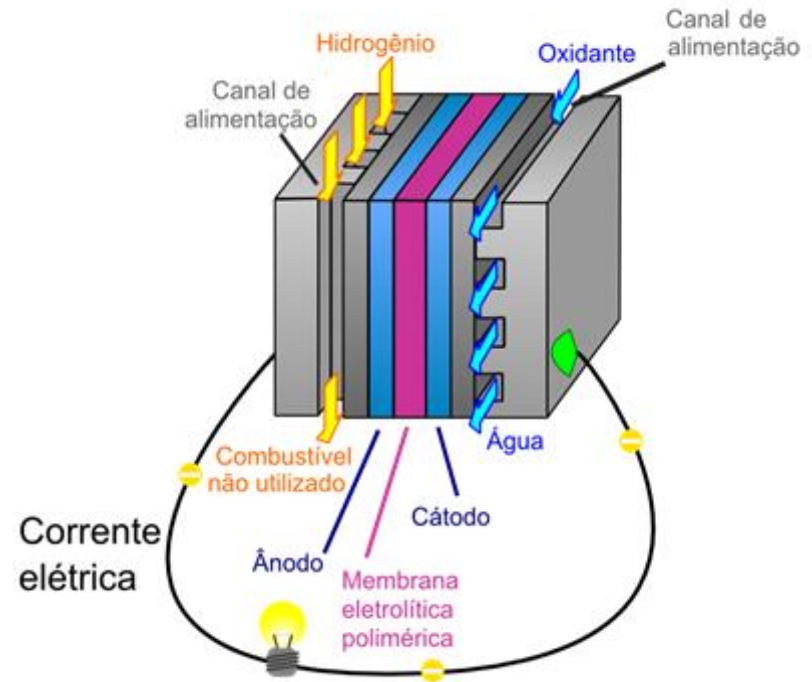
24.8.2 Travagem Regenerativa



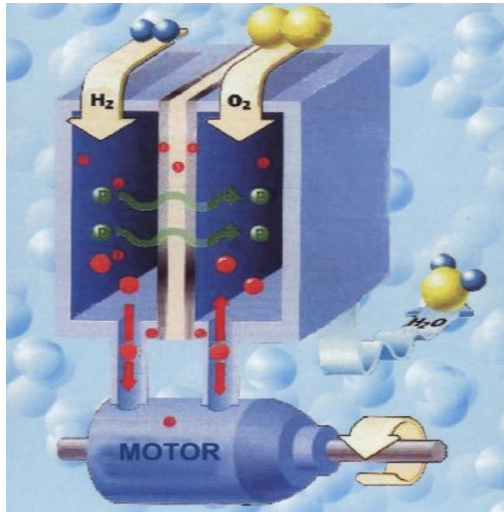
Um freio regenerativo é um mecanismo de recuperação de energia que produz um contra torque no eixo da máquina eléctrica (motor) que causa a diminuição da velocidade de um veículo, convertendo a sua energia cinética em uma outra forma, geralmente em energia eléctrica, que é realimentada de volta para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

24.9 Tecnologia de células de combustível

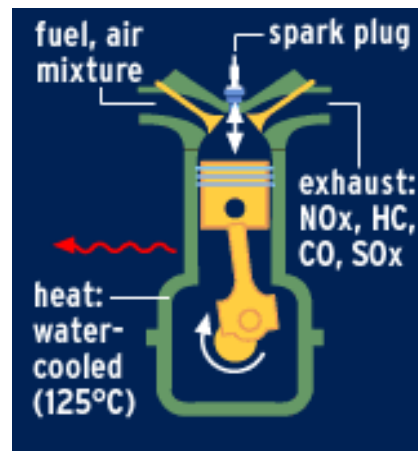
As células de combustível produzem electricidade através de uma reacção química entre hidrogénio e o oxigénio e os subprodutos são água e calor.



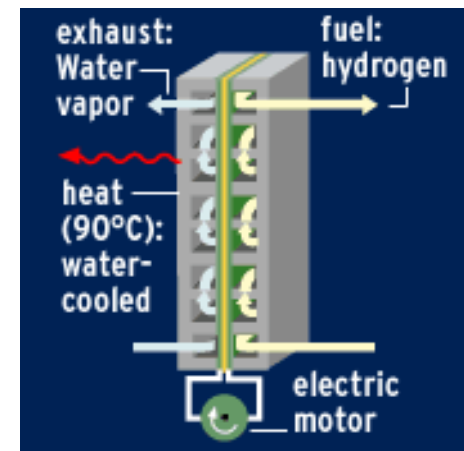
24.9 Tecnologia de células de combustível



$\eta \approx 15$ to 35%



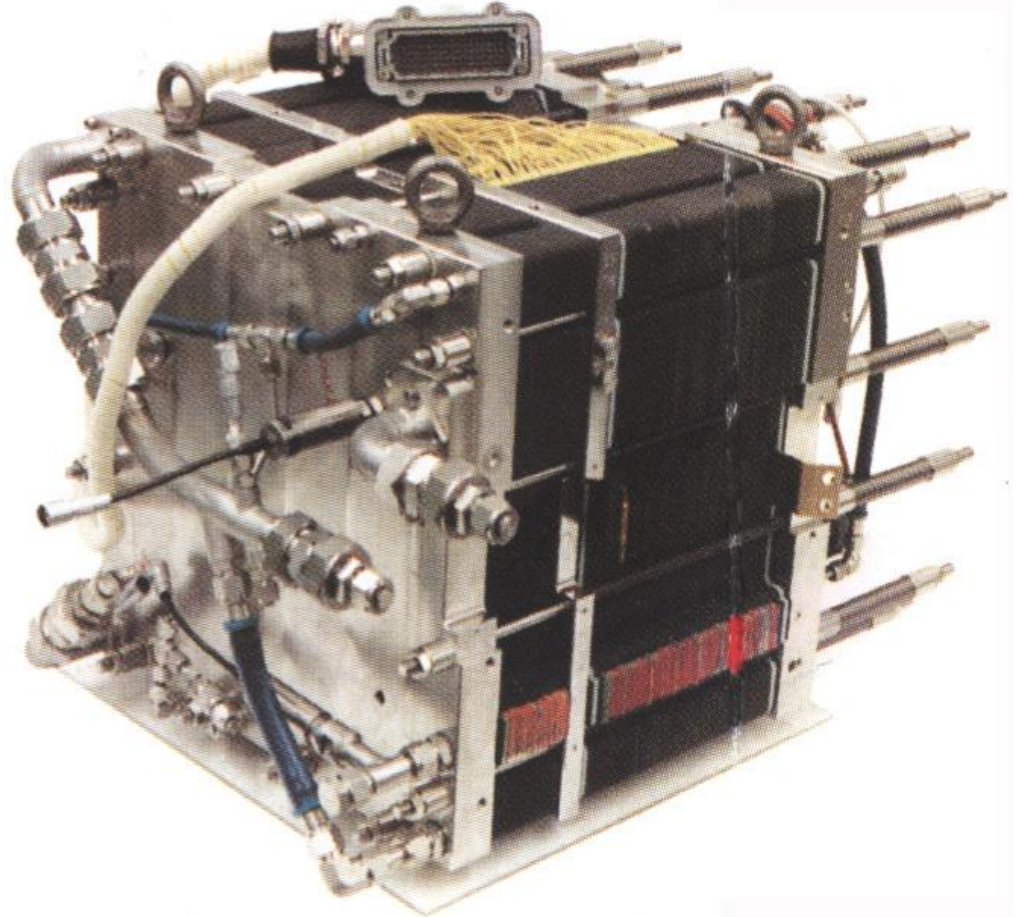
$\eta \approx 30$ to $+50\%$



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



24.9.2 Problemas com o Hidrogénio

- ▶ O hidrogénio não é muito denso (não comprimido é aproximadamente $1/3000$ menos denso que a gasolina).
- ▶ Se comprimido requer tanques muito pesados e muito baixa temperatura de armazenamento.
- ▶ A produção de hidrogénio requer o uso de electricidade que normalmente é criada queimando carvão (um combustível fóssil).

24.9.3 Reformadores de hidrogénio

- ▶ Os reformadores de combustível são usados para superar os problemas associados ao armazenamento de hidrogénio.
- ▶ O hidrogénio de um combustível líquido ou gasoso armazenado no veículo é quimicamente extraído e por meio de um reformador de combustível.
- ▶ O metanol e CNG são comummente usados em reformadores de combustível.

24.9.3 Reformador de hidrogénio

Uma mistura de metanol e vapor de água é passada por uma câmara de combustão contendo um catalizador.

Mal que o metanol (CH_3OH) aquece o catalizador este transforma-se em monóxido de carbono e hidrogénio ($\text{CO} + \text{H}_2 + \text{H}_2$)

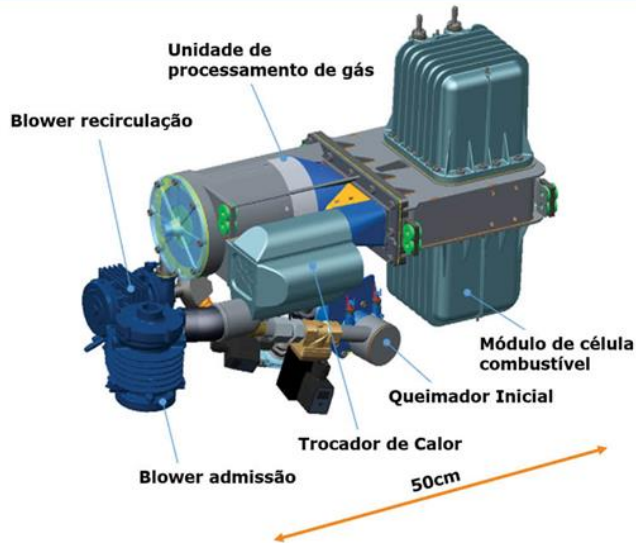
O vapor de água transforma-se em hidrogénio e oxigénio ($\text{H}_2 + \text{O}$)

O oxigénio combina com o monóxido de carbono para criar dióxido de carbono (CO_2)

O resultado final ($\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$) = ($\text{CO}_2 + \text{H}_2 + \text{H}_2 + \text{H}_2$)

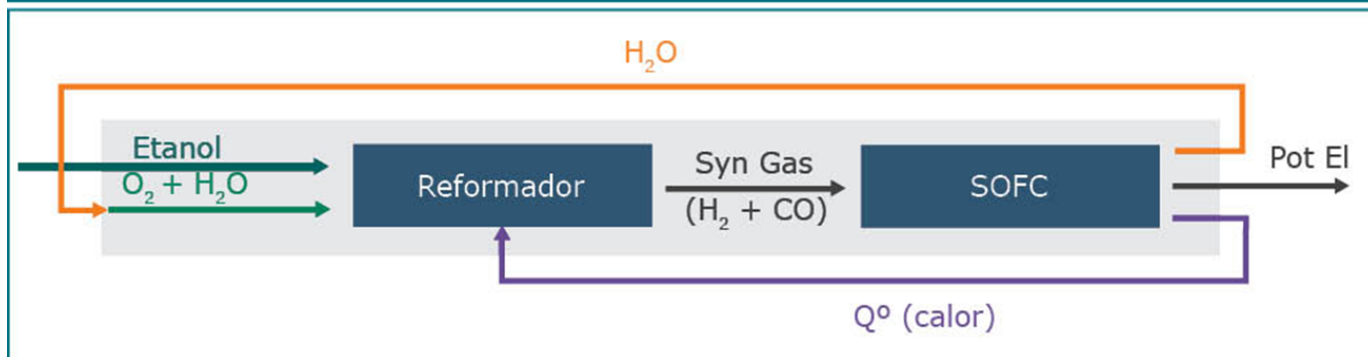
24.9.3 Reformador de hidrogénio

MÓDULO SOFC (SOLID OXIDE FUEL CELL) DE 5 KW A ETANOL



Este sistema, com pouco mais de 50 cm de comprimento, é capaz de converter etanol em 5 kW de potência eléctrica continuamente, ou seja, provê ao carro eléctrico energia directa para tracção e/ou para recarga contínua das baterias, estendendo, assim, a autonomia do veículo de 200 km para 600 km, além de reestabelecer a carga da bateria em 100% do seu estado de carga.

DIAGRAMA BÁSICO DE FUNCIONAMENTO E FLUXO ENERGÉTICO



24.9.4 Desvantagens das Células de Combustível

- Custo:
 - ▶ 400 €/kW (7 x preço de um motor convencional)
 - ▶ Célula completa: € 20 000,00 (motor € 3 000,00)
- Fiabilidade
- Resposta a regimes transientes
- Problemas com baixas temperaturas (abaixo de 0 °C)
- Contaminação com H₂
- Adaptação ao veículo
- Necessidade de Hidrogénio (produção, transporte e armazenamento)!!

24.10 Eficiência das Instalações

- ▶ Motores de combustão
 - ▶ Eficiência térmica 33%
 - ▶ Rendimento mecânico 85%
 - ▶ $0,33 \times 0,85 = 28\%$ rendimento total
- ▶ Células de combustível – eléctricas
 - ▶ Eficiência das células de combustível (s/reformador) 80%
 - ▶ Eficiência das células de combustível (c/reformador) 40%
 - ▶ Eficiência do motor eléctrico/inversor 80%
 - ▶ Eficiência total sem reformador $0,80 \times 0,80 = 64\%$
 - ▶ Eficiência total com reformador $0,40 \times 0,80 = 32\%$

24.10.1 Eficiência da instalação a electricidade

- ▶ Bateria – electricidade
 - ▶ Eficiência da central térmica - 40%
 - ▶ Eficiência do carregamento – 90%
 - ▶ Eficiência do Inversor/motor – 72%
 - ▶ $0,40 \times 0,90 \times 0,72 = 26\%$ eficiência total

24.11.1 Tipos de Veículos a Gás natural

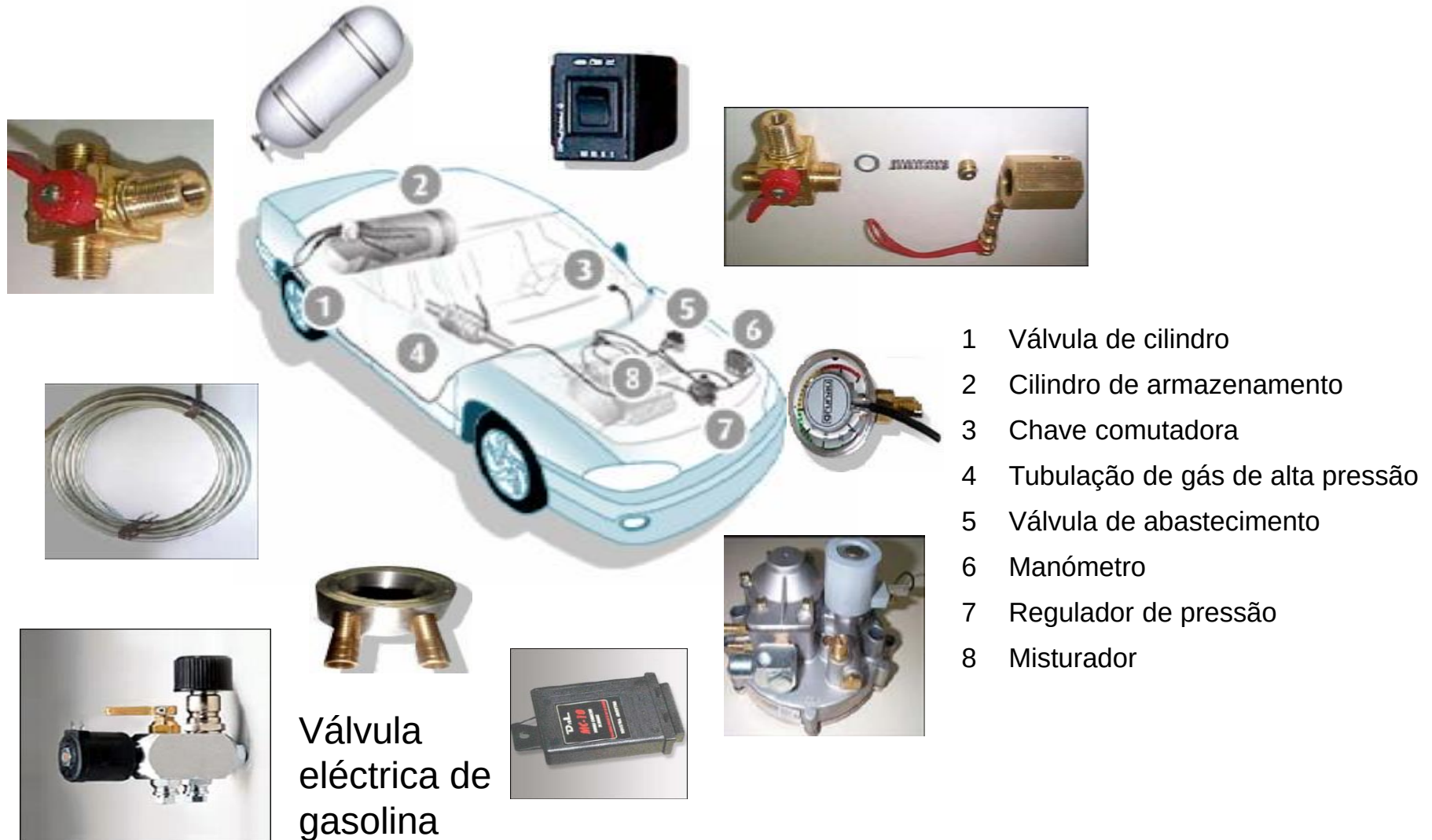
Um veículo **bi-fuel** pode operar alternadamente a GN ou a gasolina. Muitos são concebidos para comutar automaticamente para a gasolina quando o reservatório de gás se esgota. As viaturas ligeiras geralmente são bi-fuel. A autonomia em quilómetros com GN e com gasolina depende das capacidades dos reservatórios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

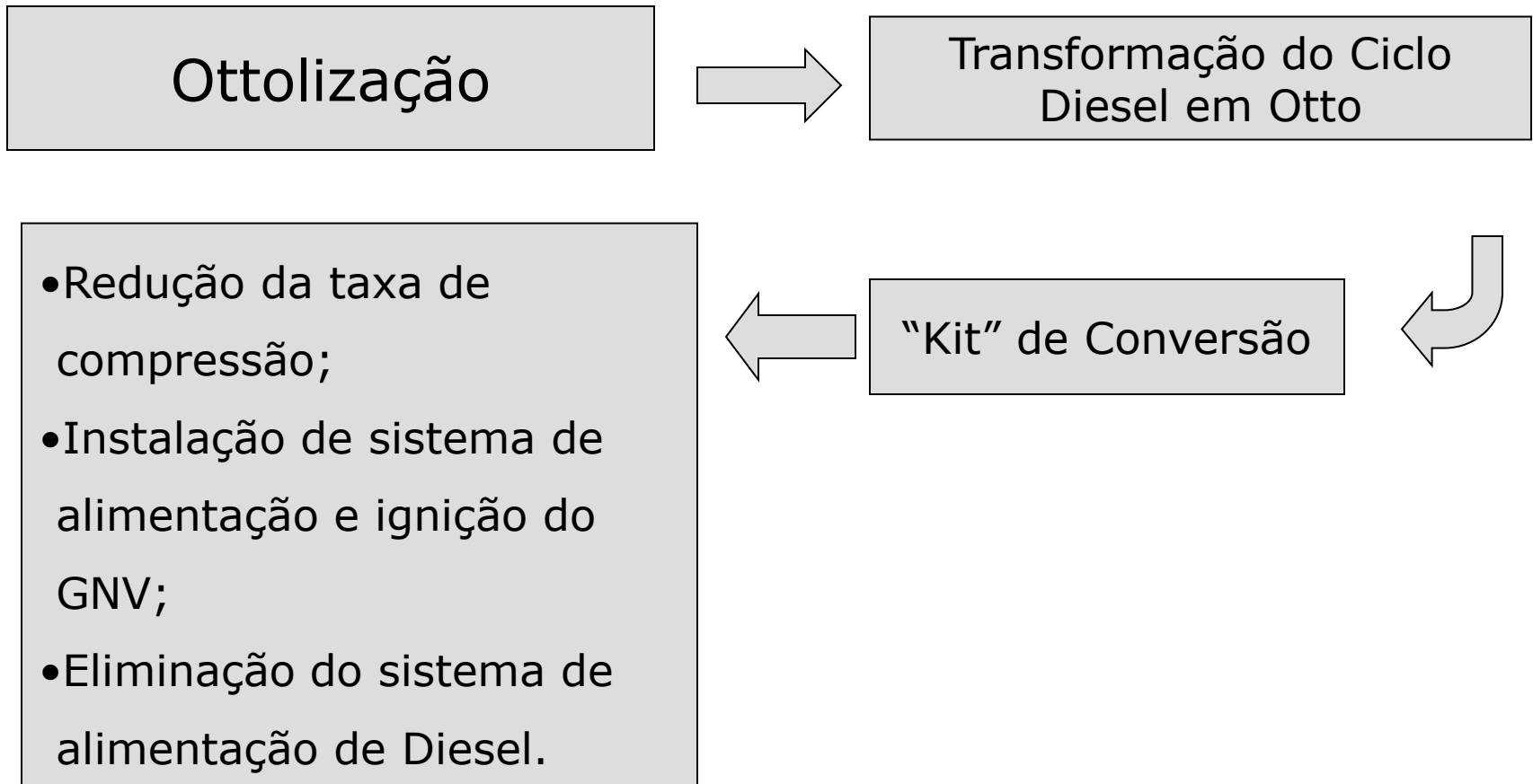
24.11.2 “Kits” de Conversão

Kit de conversão	Veículos	Características	Valor (US\$)
1ª geração	Carburados (mecânico e electrónico)	Accionamento pneumático para a libertação do fluxo de gás; Regulação mecânica e manual da vazão do gás, com chave comutadora de três estágios.	780.00
2ª geração	Carburados ou com injeção electrónica	Alimentação do gás através de um misturador; Possuem emuladores de bicos injectores e de sonda lambda.	975.00
3ª geração	Injeção electrónica multiponto	Controle electrónico da vazão da mistura GNV+ar em função da sonda lambda, rotação e carga do motor; Accionamento electrónico da alimentação por um motor de passo.	1,300.00
4ª geração		Injecção de gás por bicos injectores de forma paralela no colector de admissão; Redutor de pressão de dois estágios; Eliminação da ocorrência do retorno de chama.	1,700.00
5ª geração		Injecção de gás por bicos injectores de forma sequencial no colector de admissão; Redutor de pressão de dois estágios; Eliminação da ocorrência do retorno de chama; Menor comprometimento de desempenho do motor.	2,000.0

24.11.2 “Kits” de Conversão



24.11.3 “Ottolização”

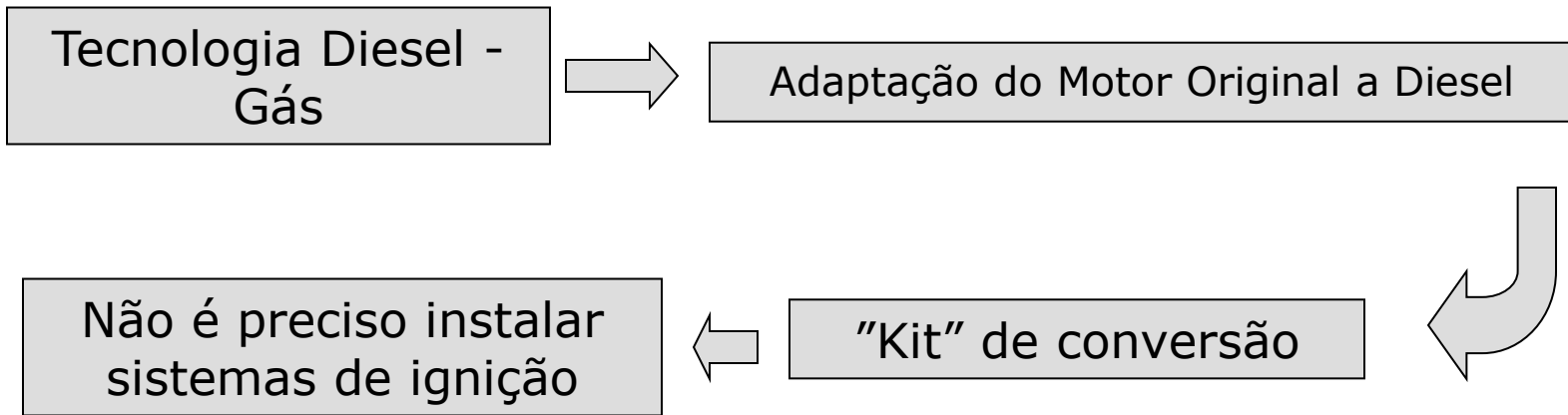


24.11.3 “Ottolização”

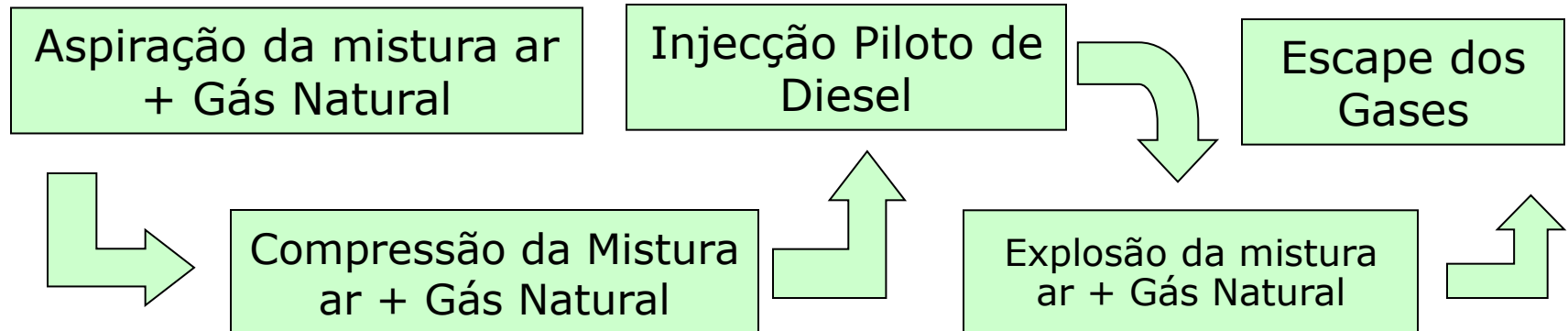


- ▶ Substituição da cabeça do motor;
- ▶ Sistema de ignição por velas;
- ▶ Pistões modificados;
- ▶ Colector de admissão modificado;
- ▶ Sistema de armazenamento de gás.

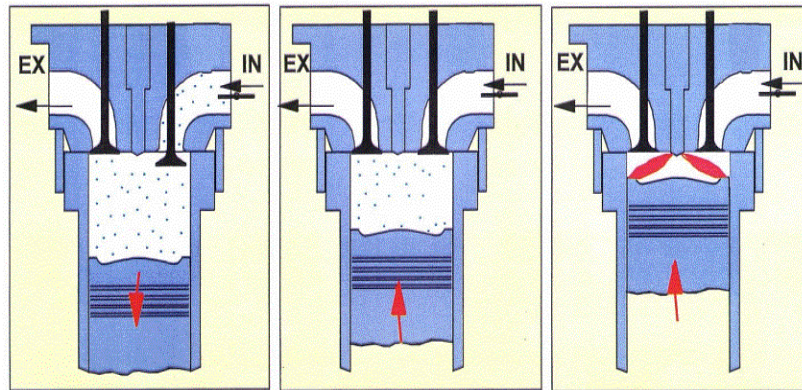
24.11.4 Tecnologia Diesel - Gás



Princípio de Funcionamento



24.11.4 Tecnologia Diesel - Gás



Admissão

Compressão

Combustão

<Modo Gasóleo>

Vantagens:

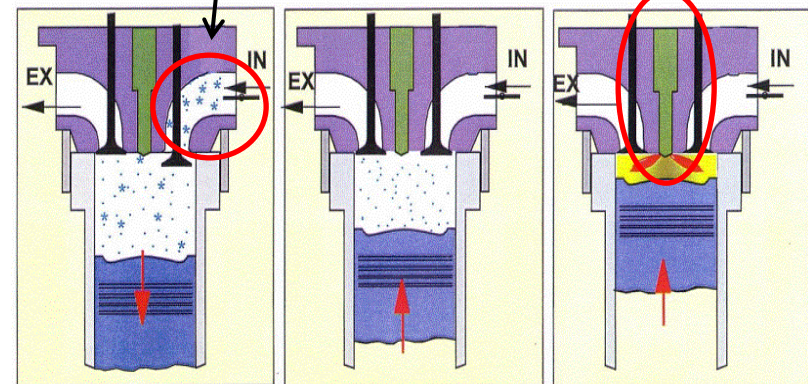
Os motores DC podem operar a 100% da carga usando somente gasóleo

Gás: 95%

Gasóleo: 5%

Chama Piloto

Admissão de Gás



Admissão

Compressão

Injecção

<Modo Duplo Combustível>

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 CO_2

- ✓ **Operação estável**

- sistema piloto de injeção

- opera com qualquer um dos combustíveis gás natural ou gasóleo

- ✓ **Excelente fiabilidade**

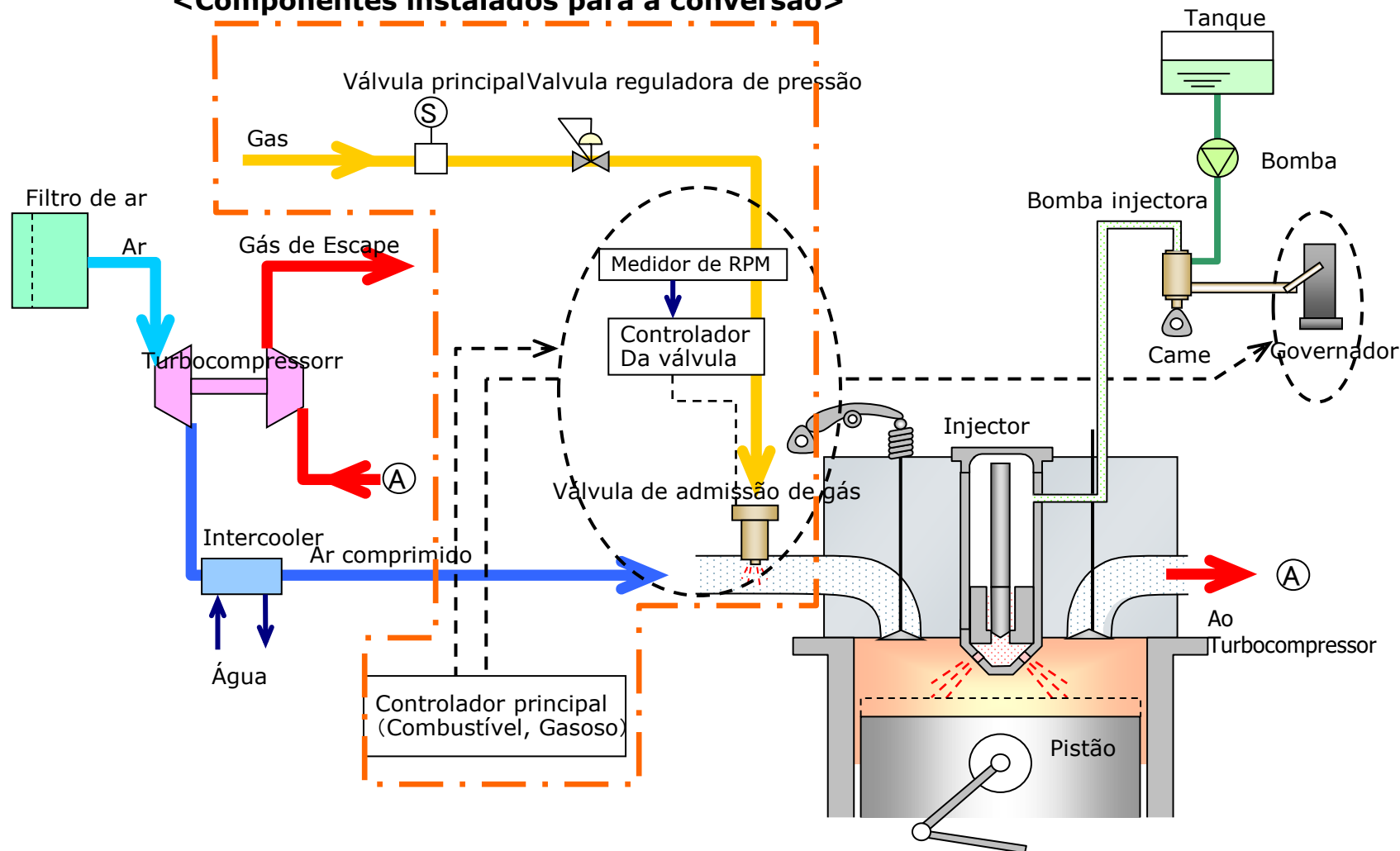
- componente principal: motor do ciclo Diesel

- ✓ **Combustão limpa e menor custo de manutenção**

- ✓ **Utilização eficaz dos recursos existentes**

24.11.4 Tecnologia Diesel - Gás

<Componentes instalados para a conversão>



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.

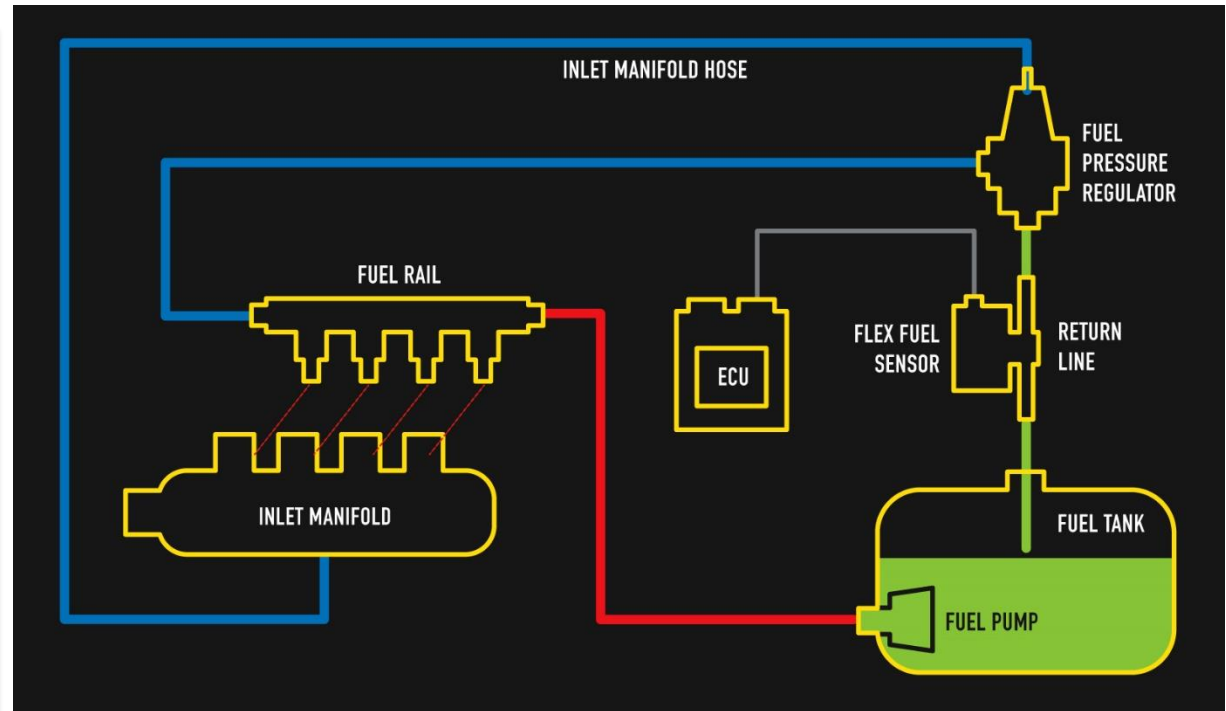
24.11.5 Tecnologia flex fuel



Sensor de combustível flexível que, quando instalado na linha de combustível, pode medir a percentagem real de etanol no combustível.

24.11.5 Tecnologia flex fuel

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



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

- ▶ Diesel–locomotiva eléctrica
- ▶ Nuclear–submarino eléctrico
- ▶ Gasolina–carro eléctrico

24.12 Veículos híbridos

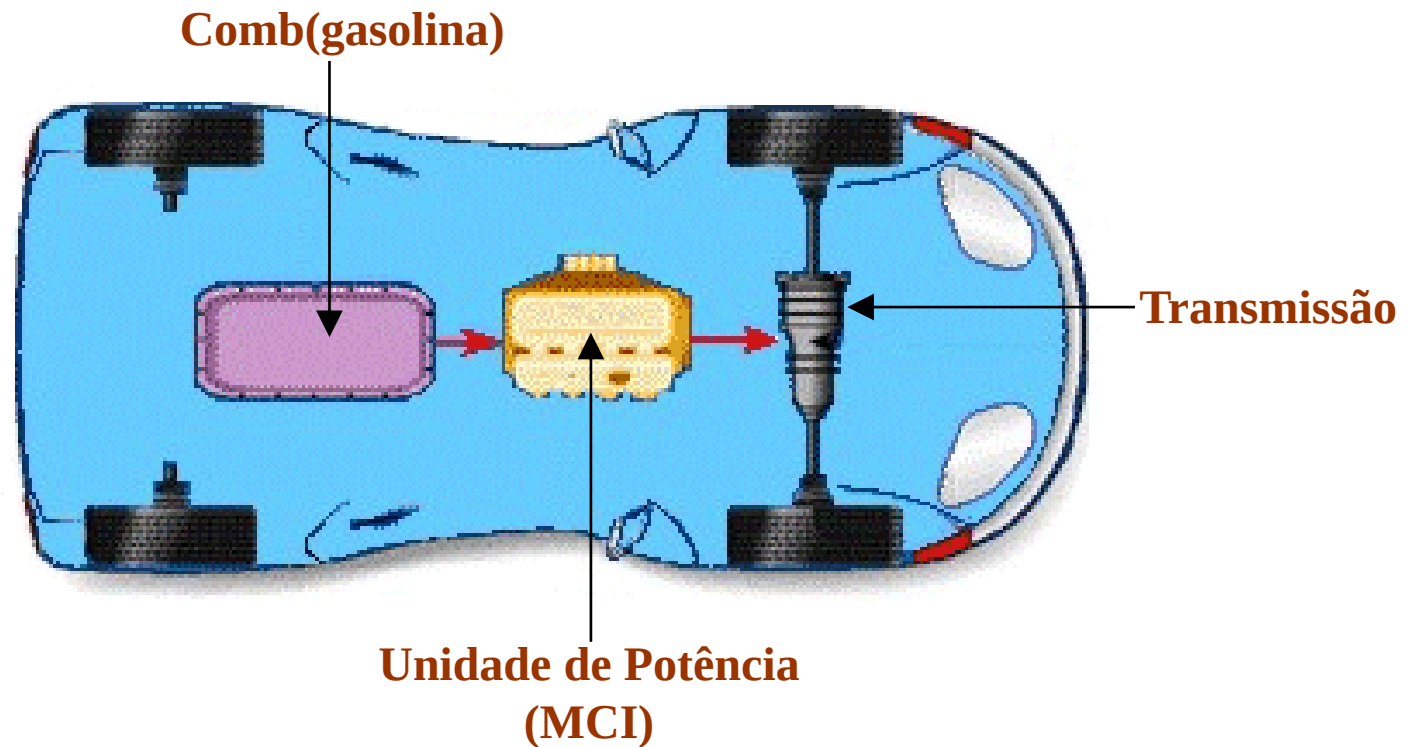
Paralelo

- ▶ O motor eléctrico ou o motor térmico podem dar potência a transmissão a qualquer hora.

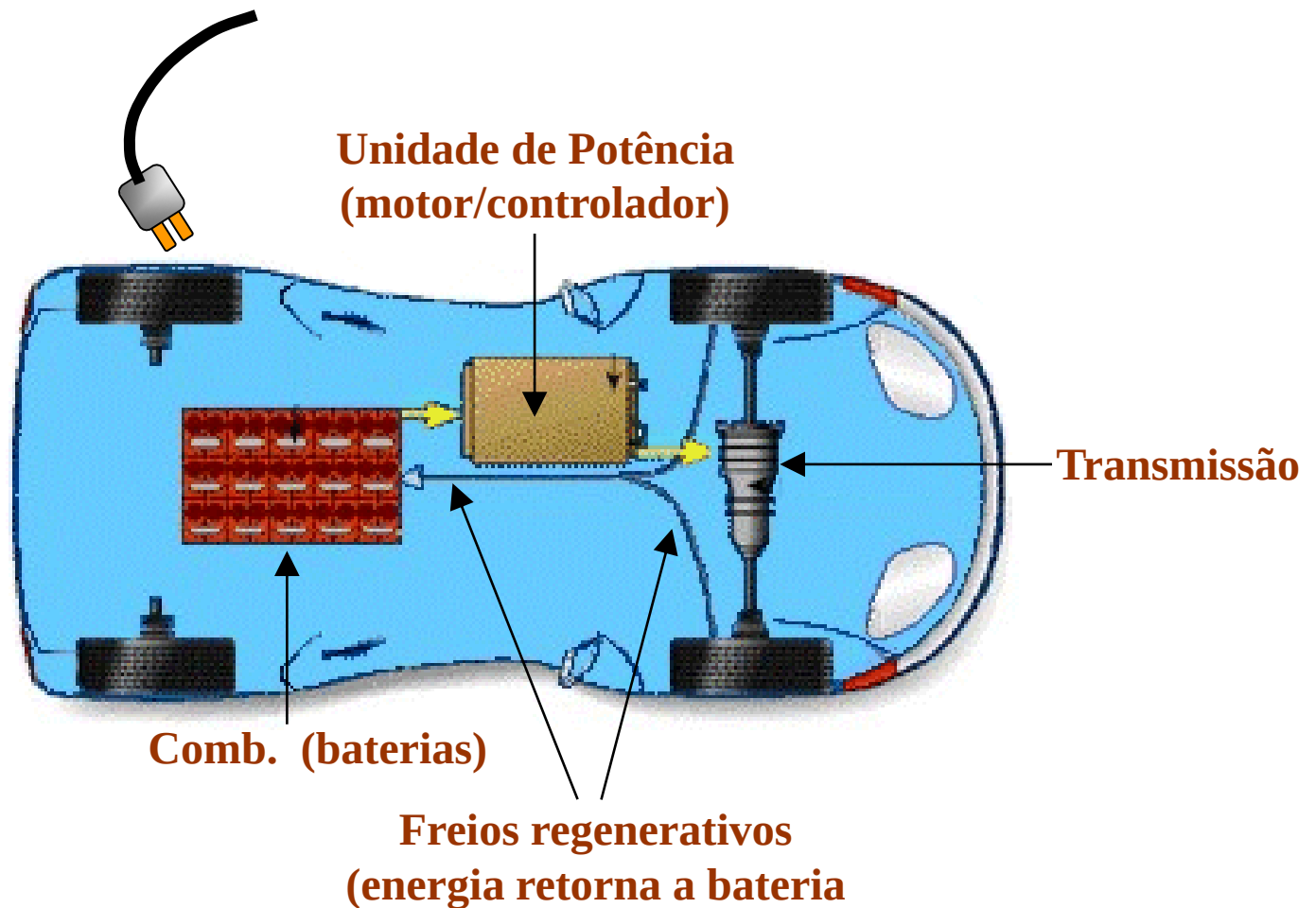
Série

- ▶ O motor eléctrico é a única fonte de potência conectada à transmissão.
- ▶ O motor a gasolina é conectado a um gerador que mantém a bateria carregada e pode prover electricidade extra durante um pico.

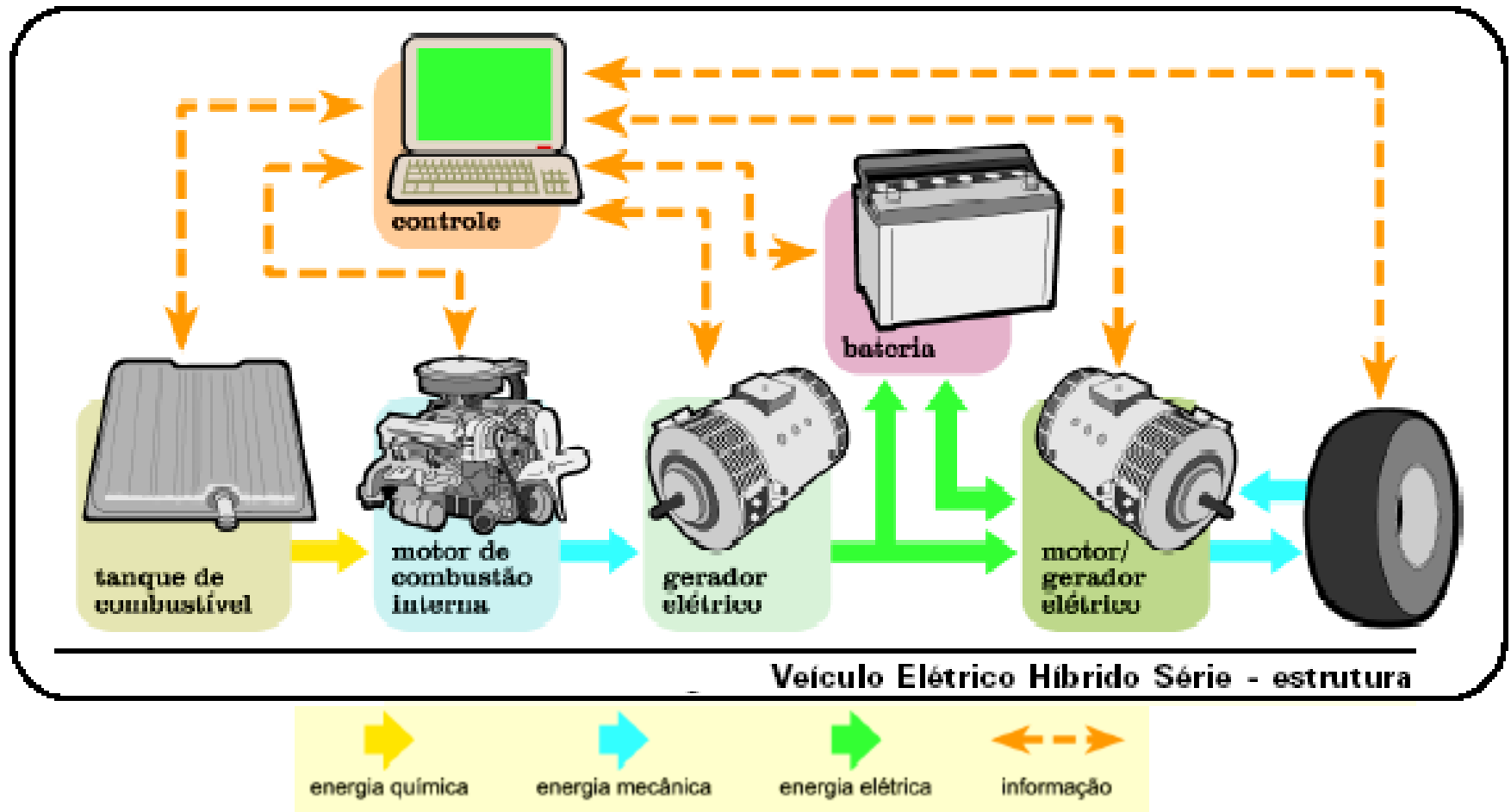
24.12.1 Veículo a gasolina



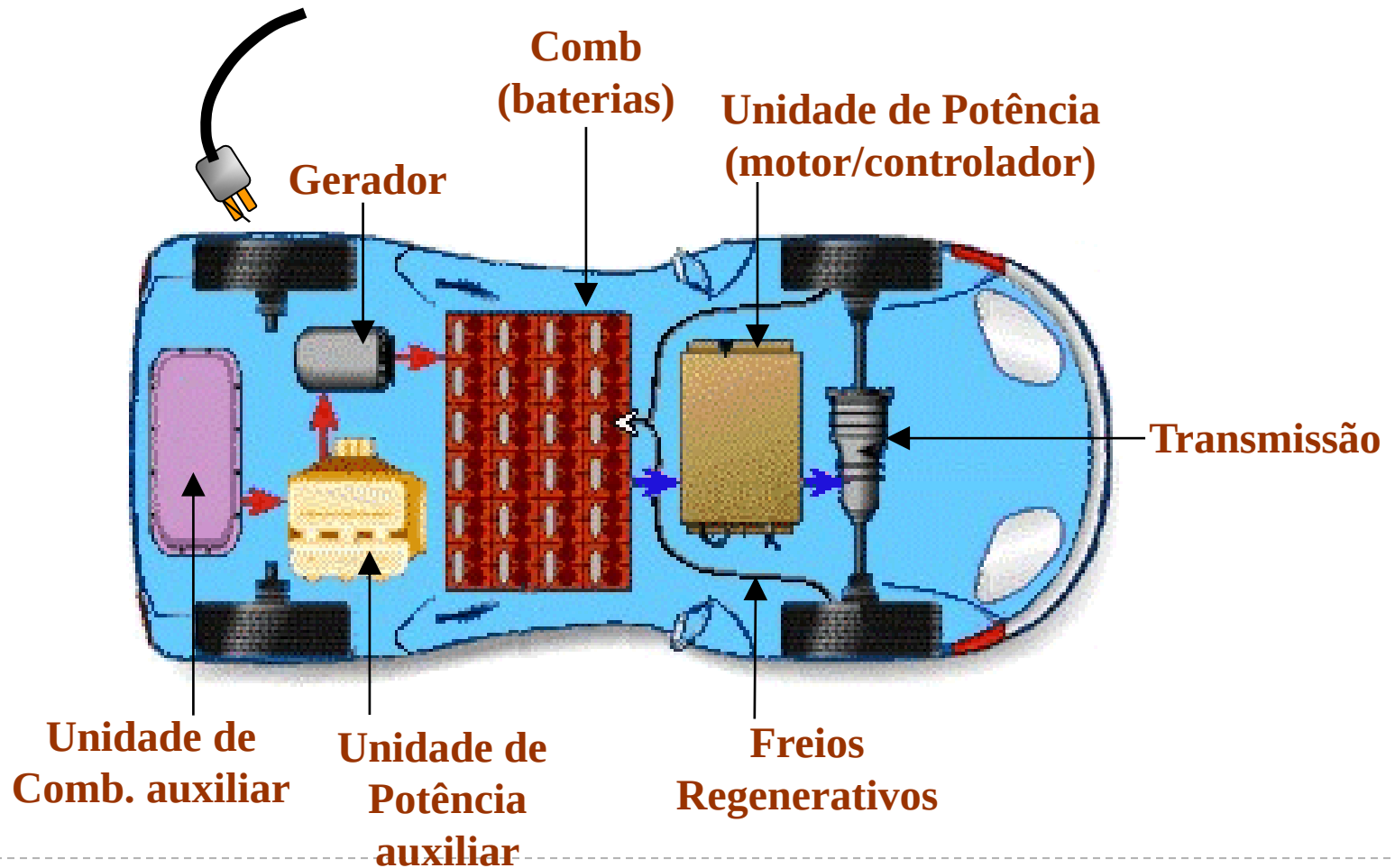
24.12.2 Veículo eléctrico



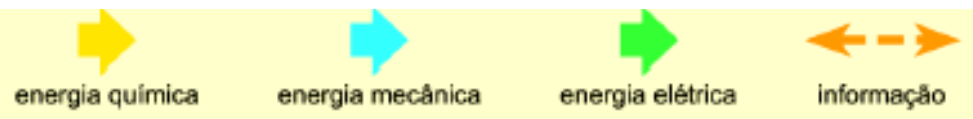
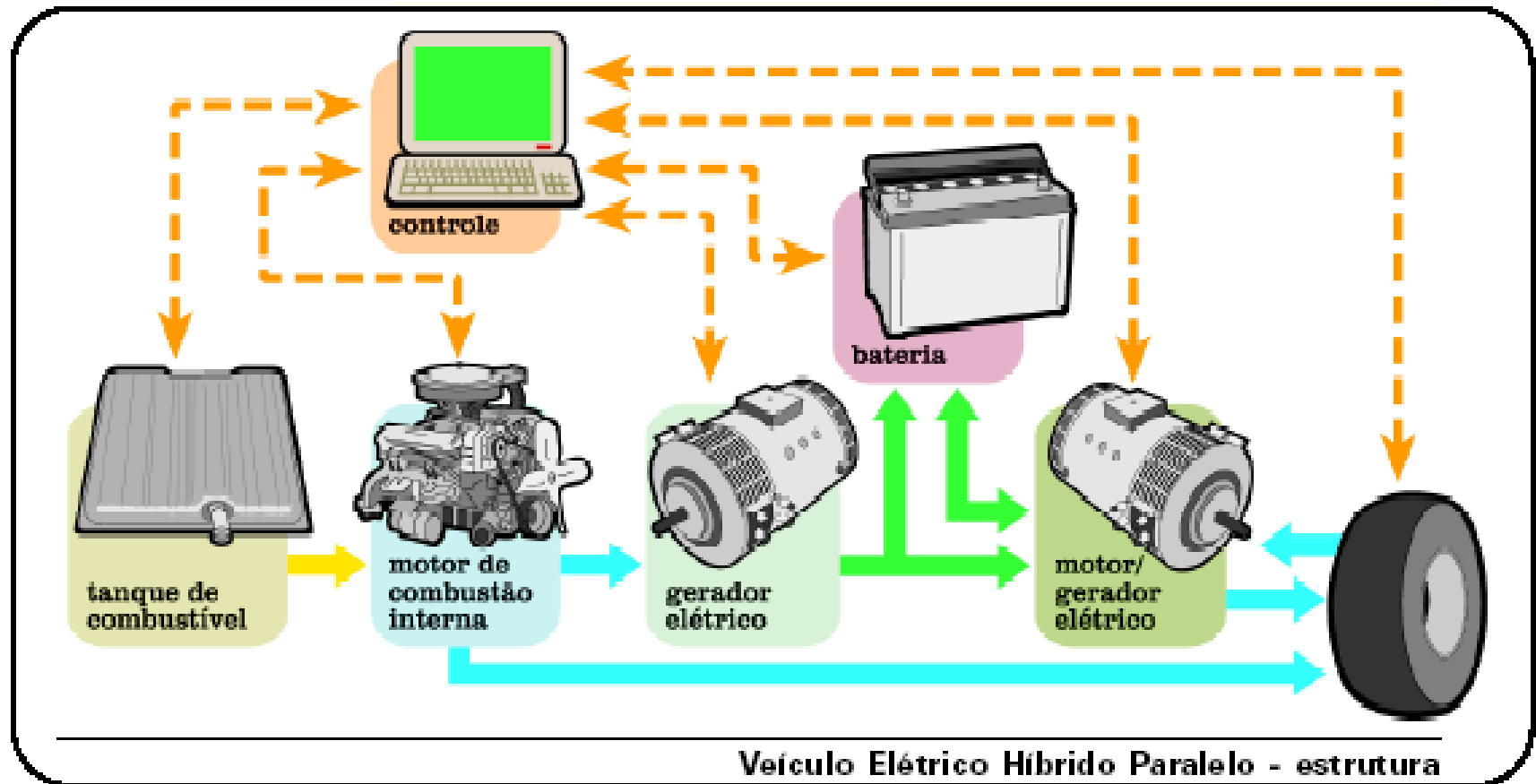
24.12.3 Veículo híbrido em série



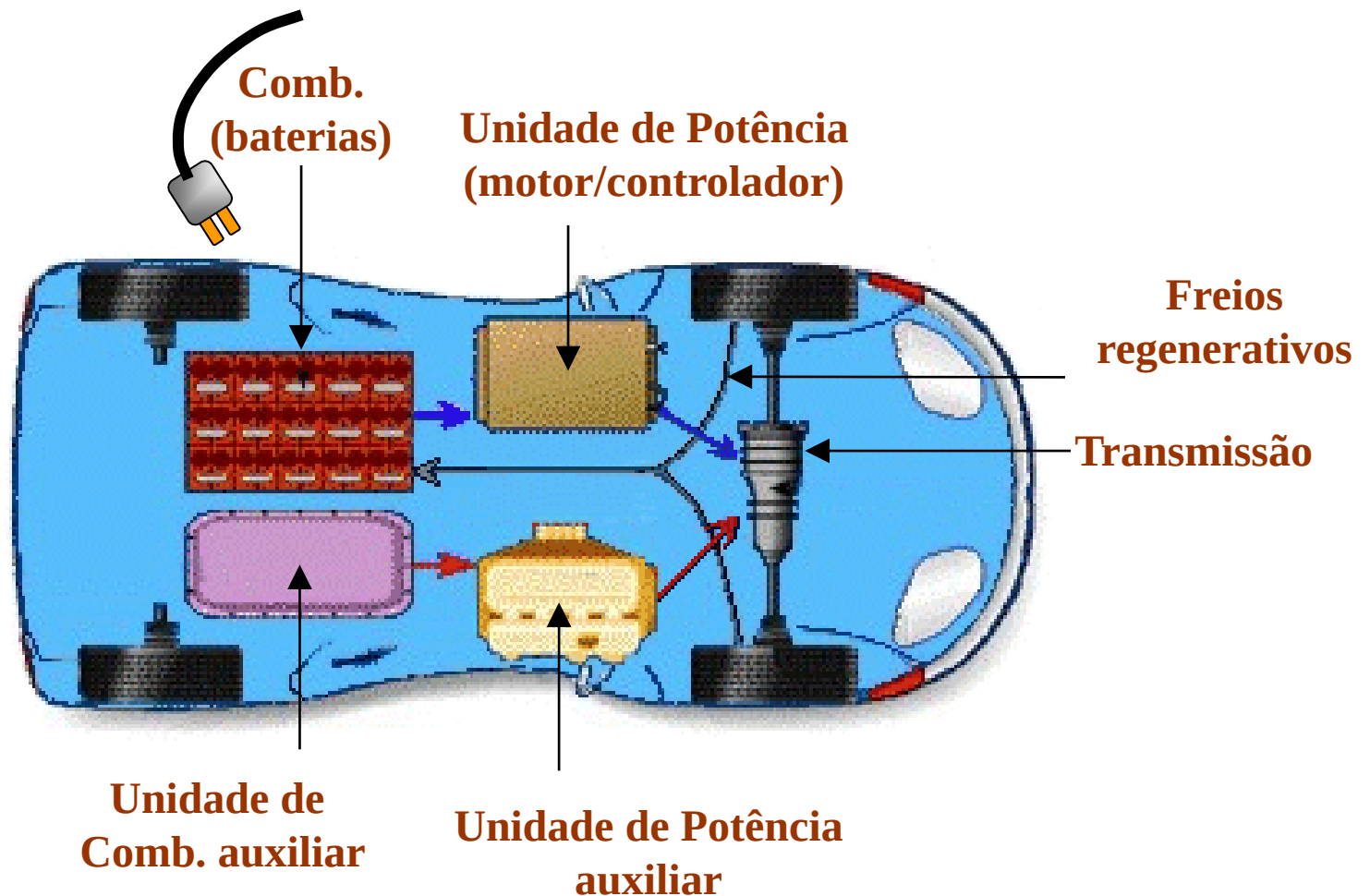
24.12.3 Veículo híbrido em série



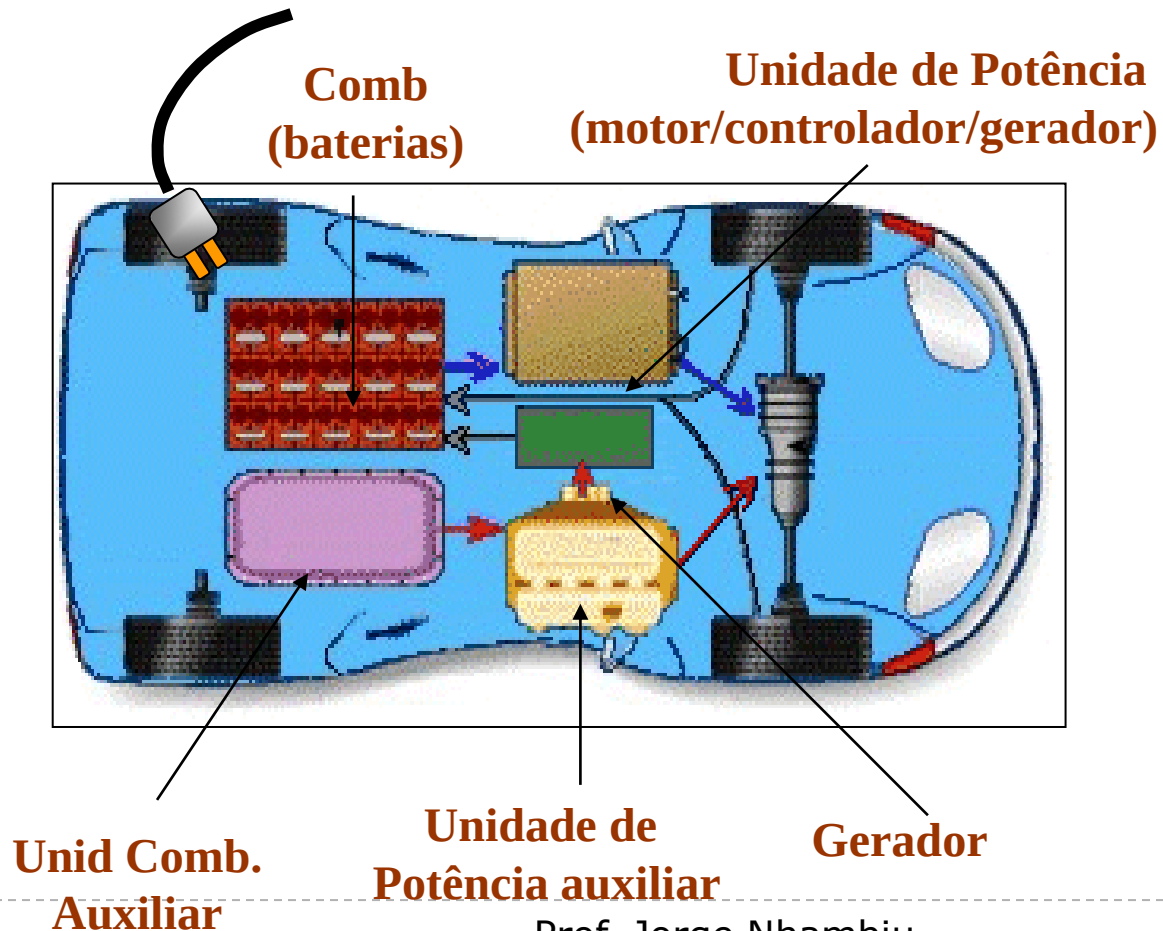
24.12.4 Veículo híbrido paralelo



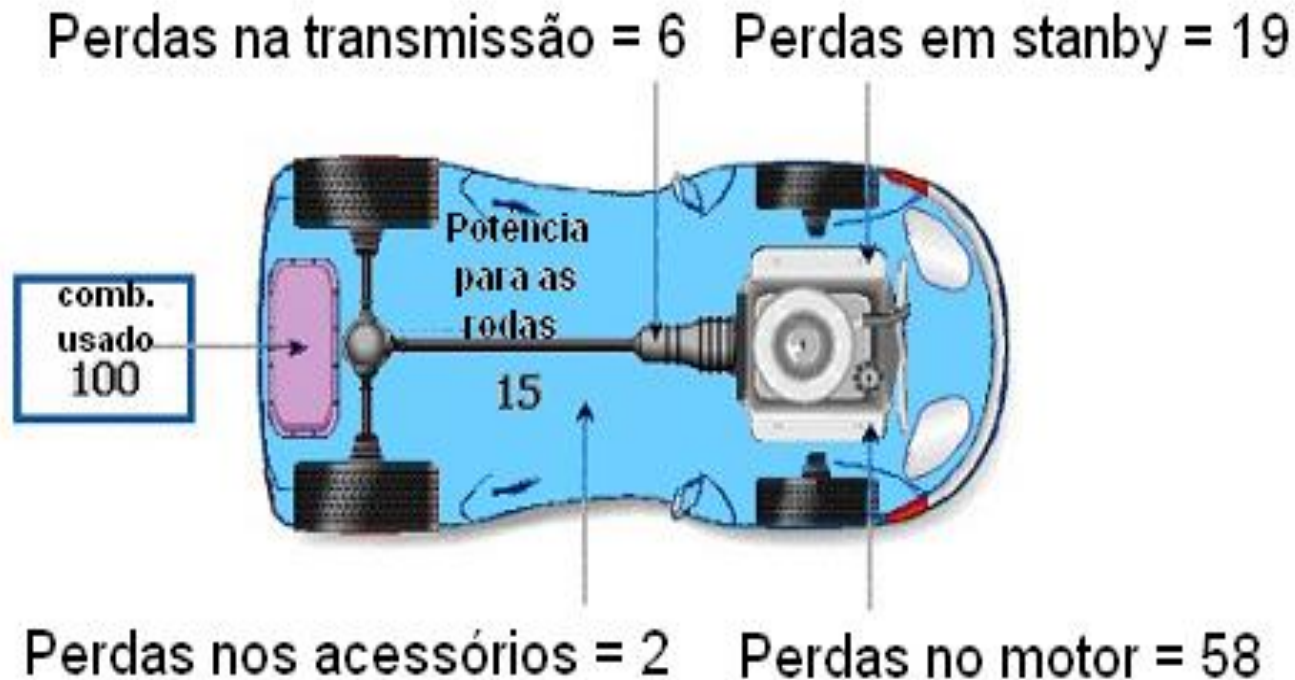
24.12.4 Veículo híbrido paralelo



24.12.5 Veículo híbrido combinado

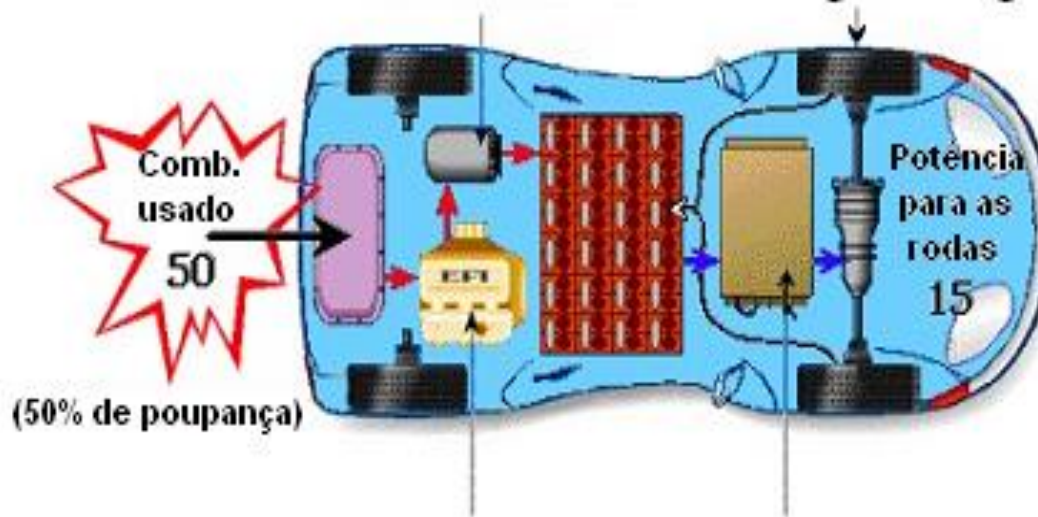


24.12.6 Perdas de energia em MCI



24.12.7 Perdas de energia em veículos Híbridos

Perdas nos acessórios = 2 Travagem regenerativa = + 4



Perdas no motor = 31 Propulsão eléctrica &
perdas em marcha lenta = 0 perdas na transmissão = 6

24.12.8 Vantagens de Veículos Eléctricos

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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

1. 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.

2. Autonomia limitada

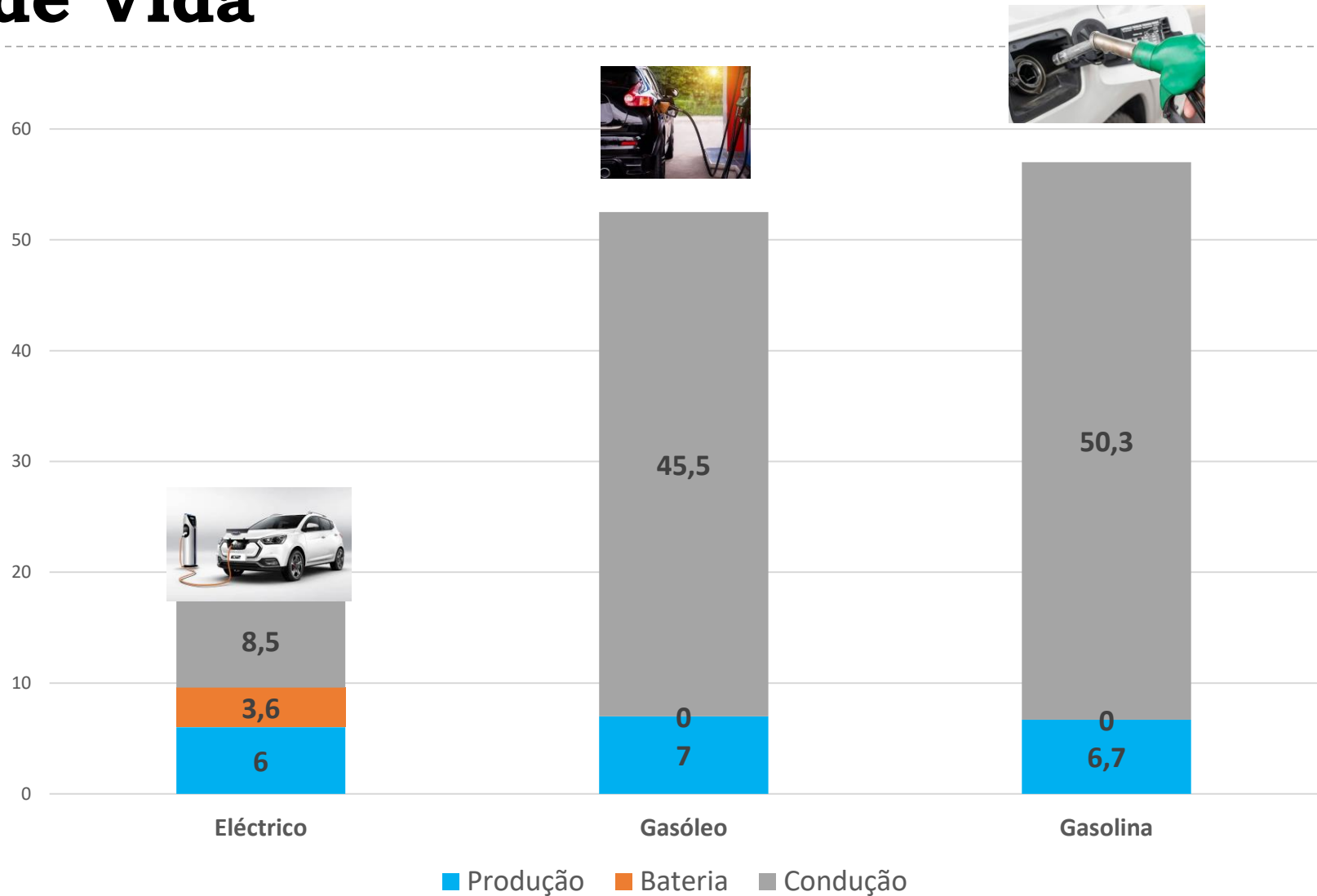
Os modelos mais em conta de carros eléctricos oferecem uma autonomia de 300 Km, enquanto os lançamentos mais elaborados chegam a 600 Km. Esta limitação na autonomia pode dificultar viagens longas, que precisam ser feitas com intervalos para recargas.

3. 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 íões de lítio soma 450 kg e sua recarga pode demorar de 6 a 8 horas em uma tomada normal de 220v.

4. Número reduzido de postos de carregamento

Toneladas de CO₂ emitidas no Ciclo de Vida



24.12.10 Vantagens e Desvantagens

Eléctrico vs. Gasolina

Zero-Emissões 	 Poluição/gases efeito estufa
Rede eléctrica 	 OPEC
Autonomia ± 300 km 	 Autonomia + de 600km
horas para recarregar 	 minutos para reabastecer
custo por km 	 custo por km

