

# TRANSPORTE E MEIO AMBIENTE

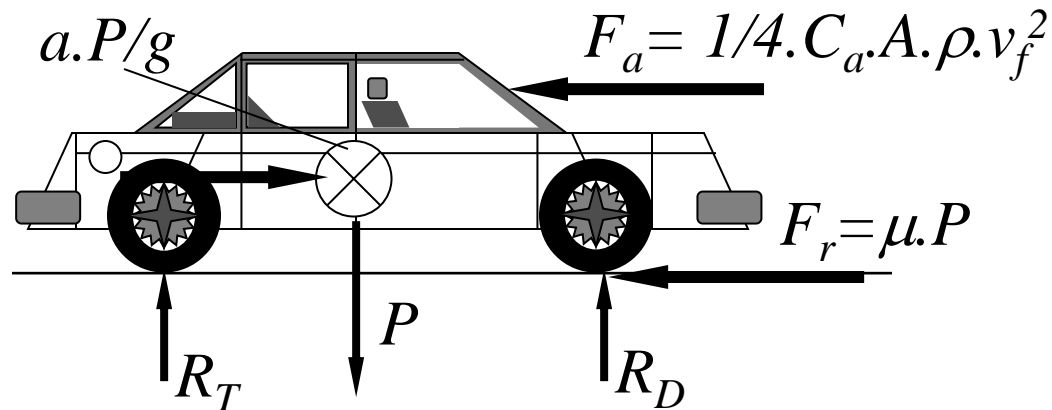
Sistema de Propulsão e Uso de Energia no  
Transporte Rodoviário

# SUMÁRIO

- Conceito de Sistema de Propulsão
- Panorâmica sobre os Sistemas de Propulsão
- Sistema de Propulsão Convencional (SPC)
- Sistema de Propulsão Elétrico
- Sistema de Propulsão (Elétrico) Híbrido
- Sistema de Propulsão e Eficiência Energética

# CONCEITO DE SISTEMA DE PROPULSÃO

## FORÇAS QUE ATUAM EM UM VEÍCULO EM MOVIMENTO (DEMANDA DE ENERGIA)



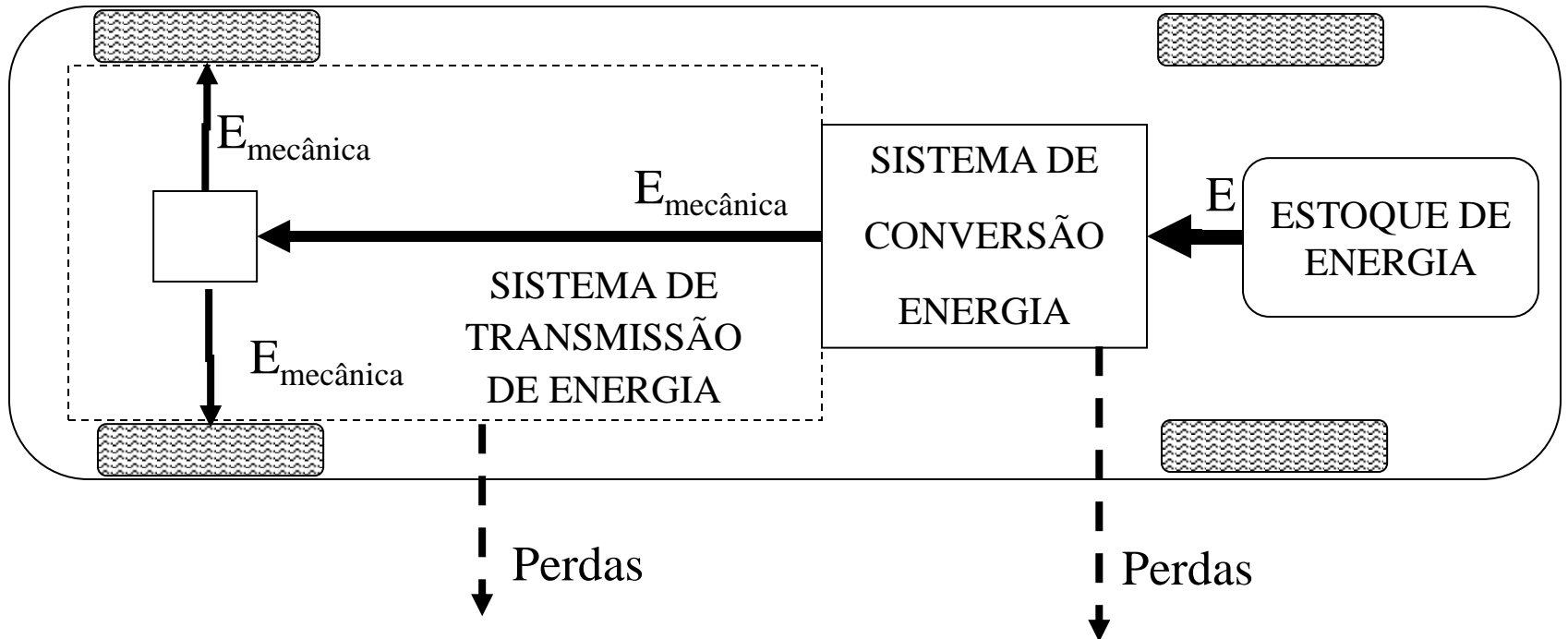
**SISTEMA DE PROPULSÃO: SISTEMA RESPONSÁVEL POR PROPORCIONAR MOVIMENTO AO VEÍCULO POR MEIO DA CONVERSÃO DE ENERGIA EM TRABALHO.**

# CONCEITO DE SISTEMA DE PROPULSÃO

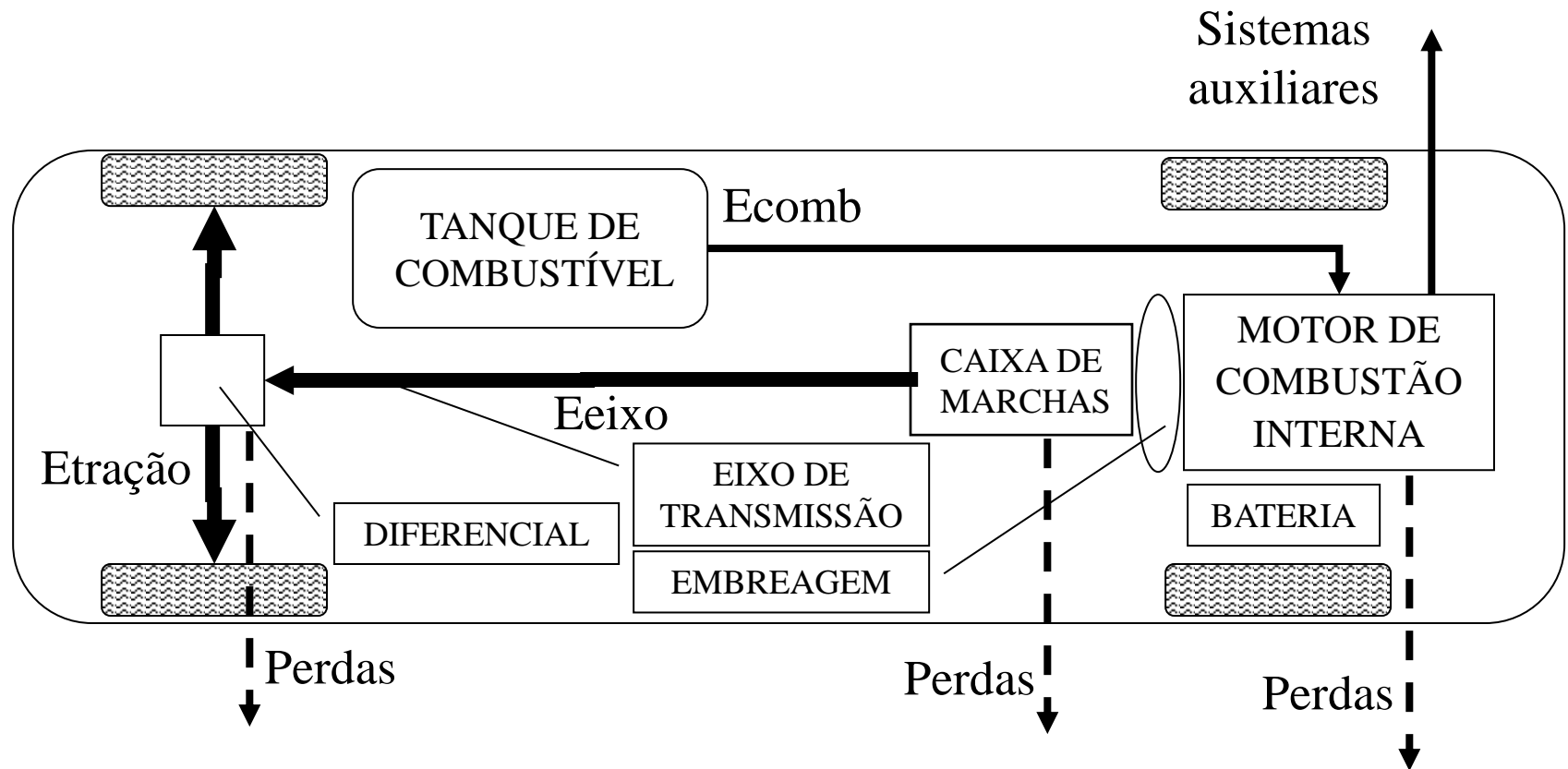


# CONCEITO DE SISTEMA DE PROPULSÃO

## SISTEMA DE PROPULSÃO: COMPONENTES BÁSICOS

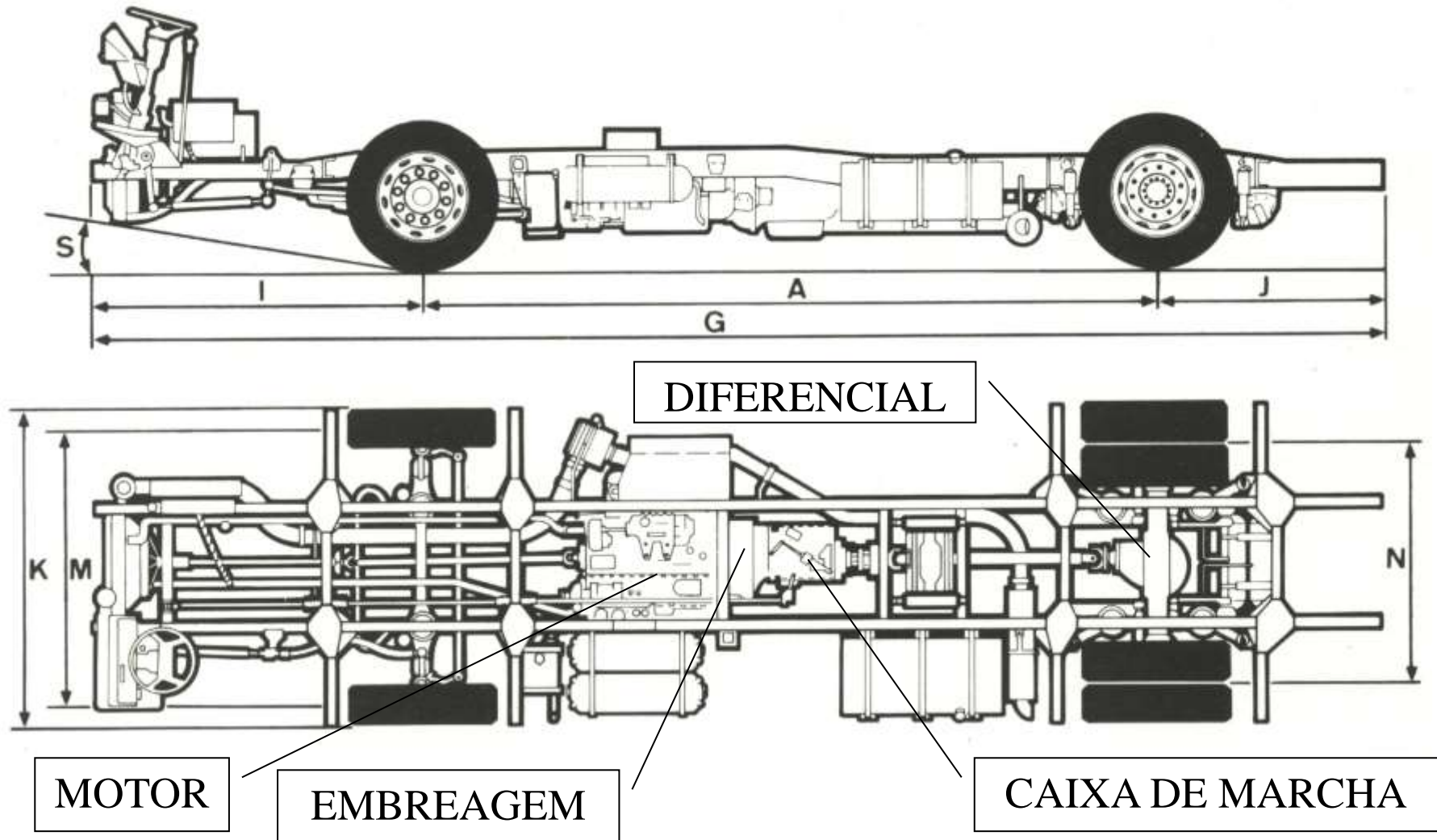


# SISTEMA DE PROPULSÃO CONVENCIONAL



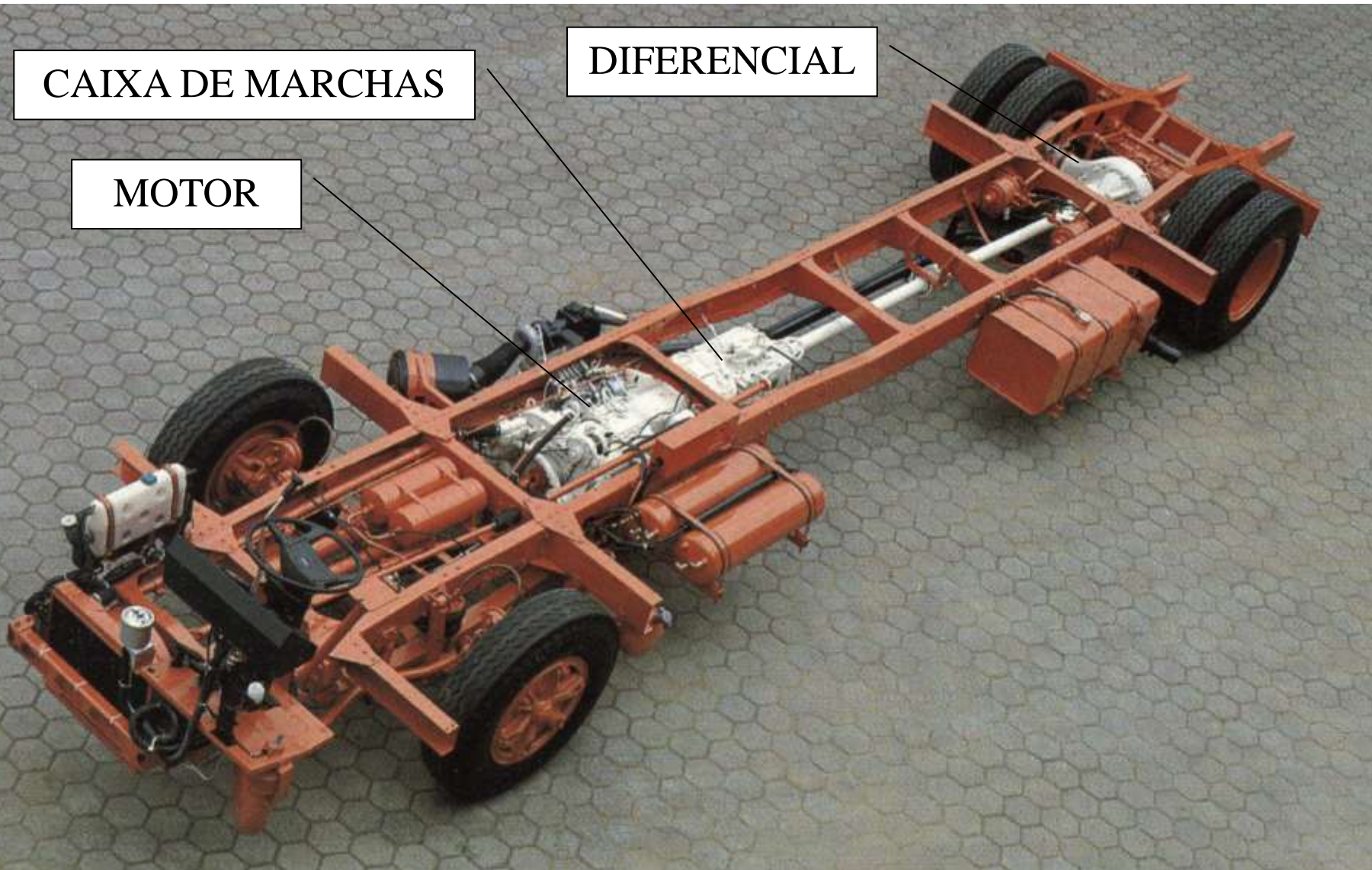
# SISTEMA DE PROPULSÃO CONVENCIONAL

## SISTEMA DE TRANSMISSÃO MECÂNICO



# SISTEMA DE PROPULSÃO CONVENCIONAL

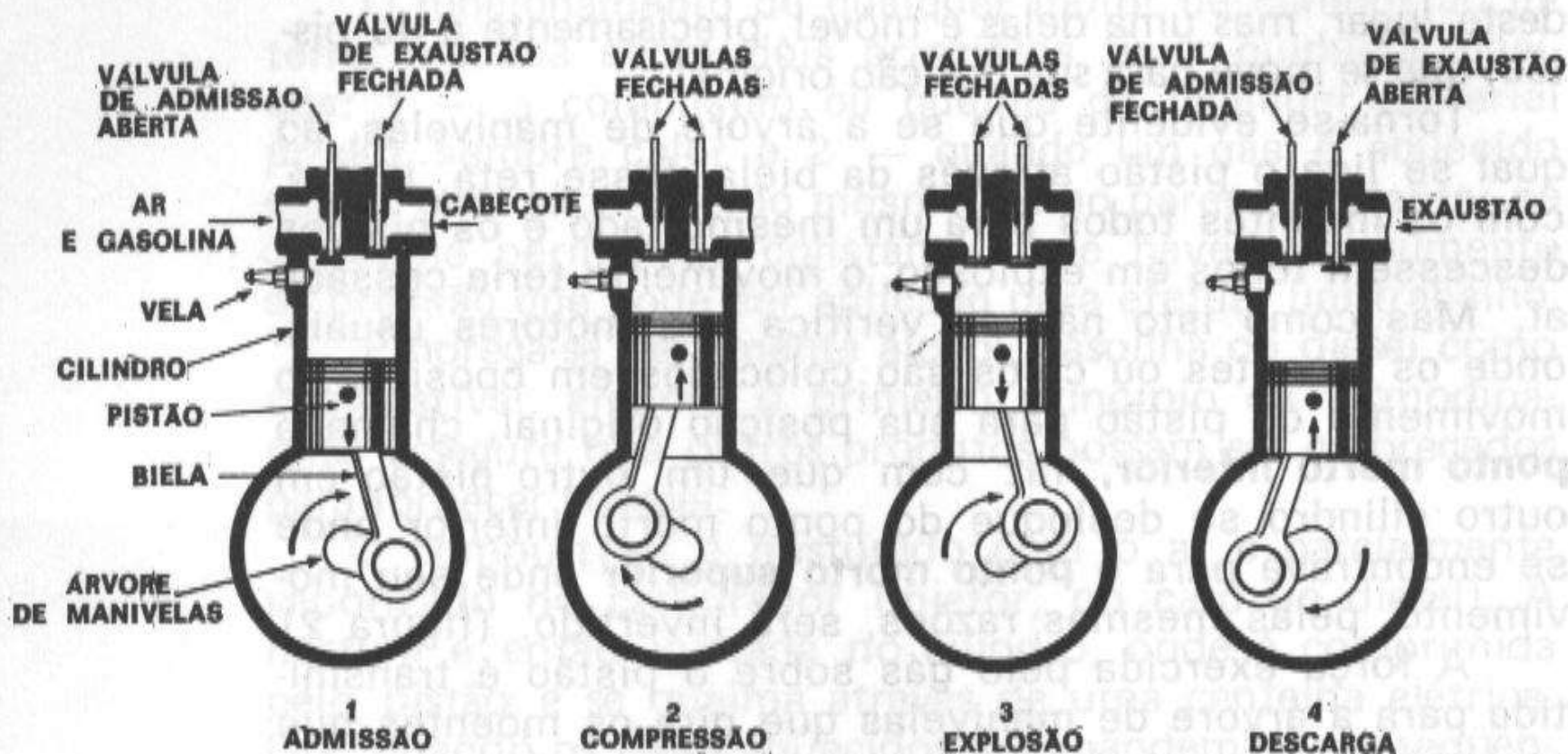
## SISTEMA DE TRANSMISSÃO MECÂNICO





# SISTEMA DE PROPULSÃO CONVENCIONAL

## MOTOR ALTERNATIVO DE COMBUSTÃO INTERNA DE QUATRO TEMPOS (MCI-ICE-4T)



**COMBUSTÍVEIS: GASOLINA, ETANOL E GÁS NATURAL**

# SISTEMA DE PROPULSÃO CONVENCIONAL

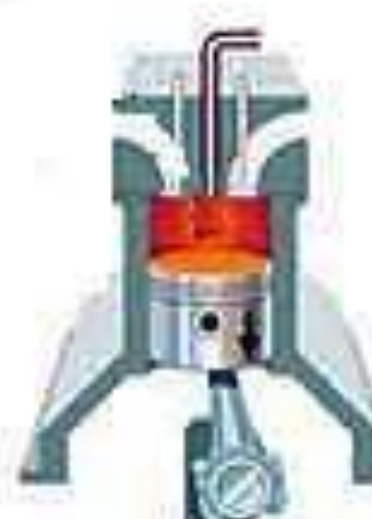
## MOTOR ALTERNATIVO DE COMBUSTÃO INTERNA DE QUATRO TEMPOS (MCI-ICO-4T)



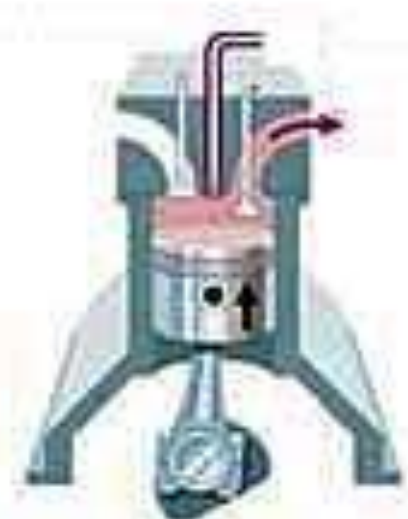
Admissão de ar



Compressão  
e injeção de  
combustível

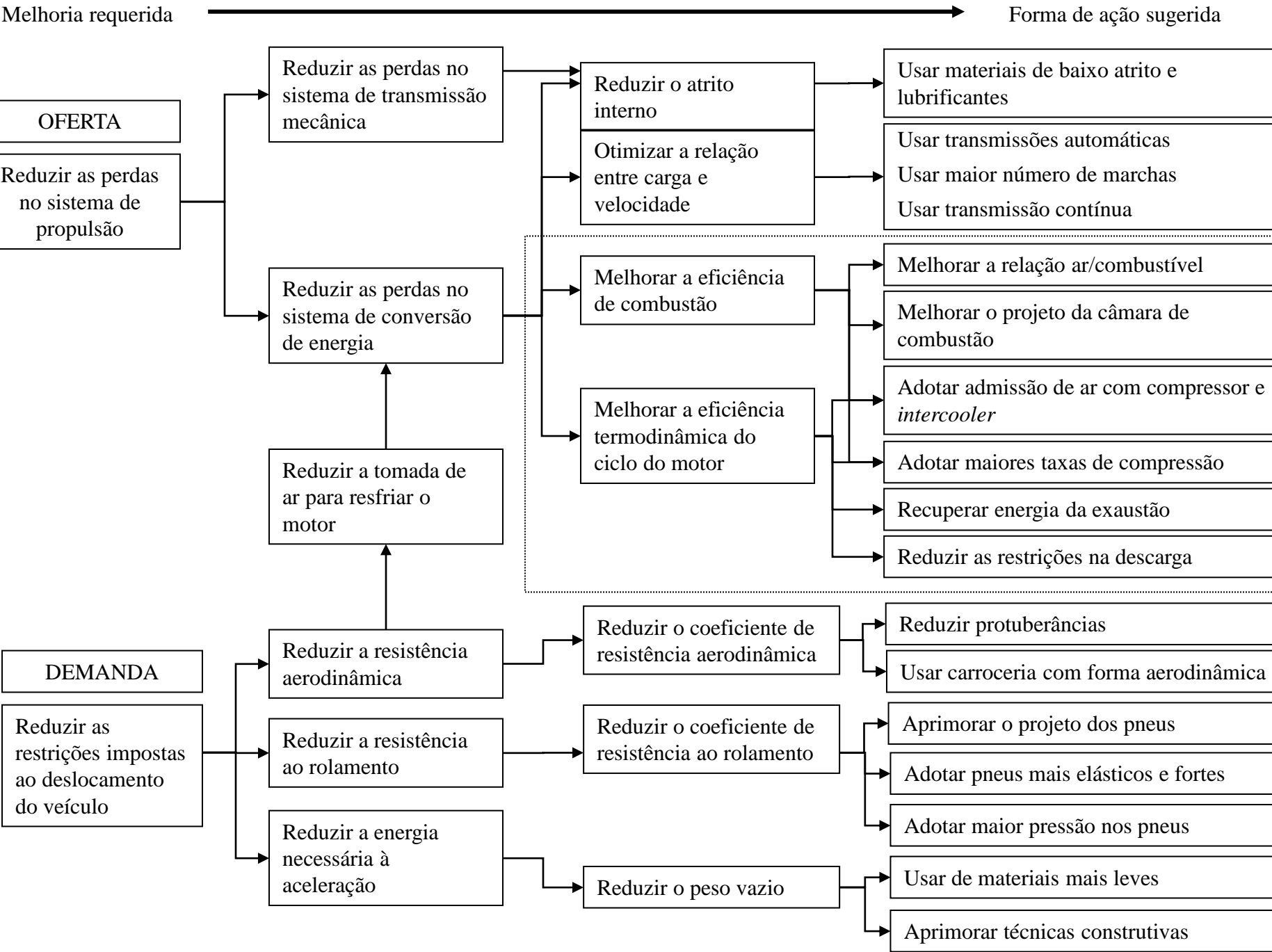


Queima e  
expansão



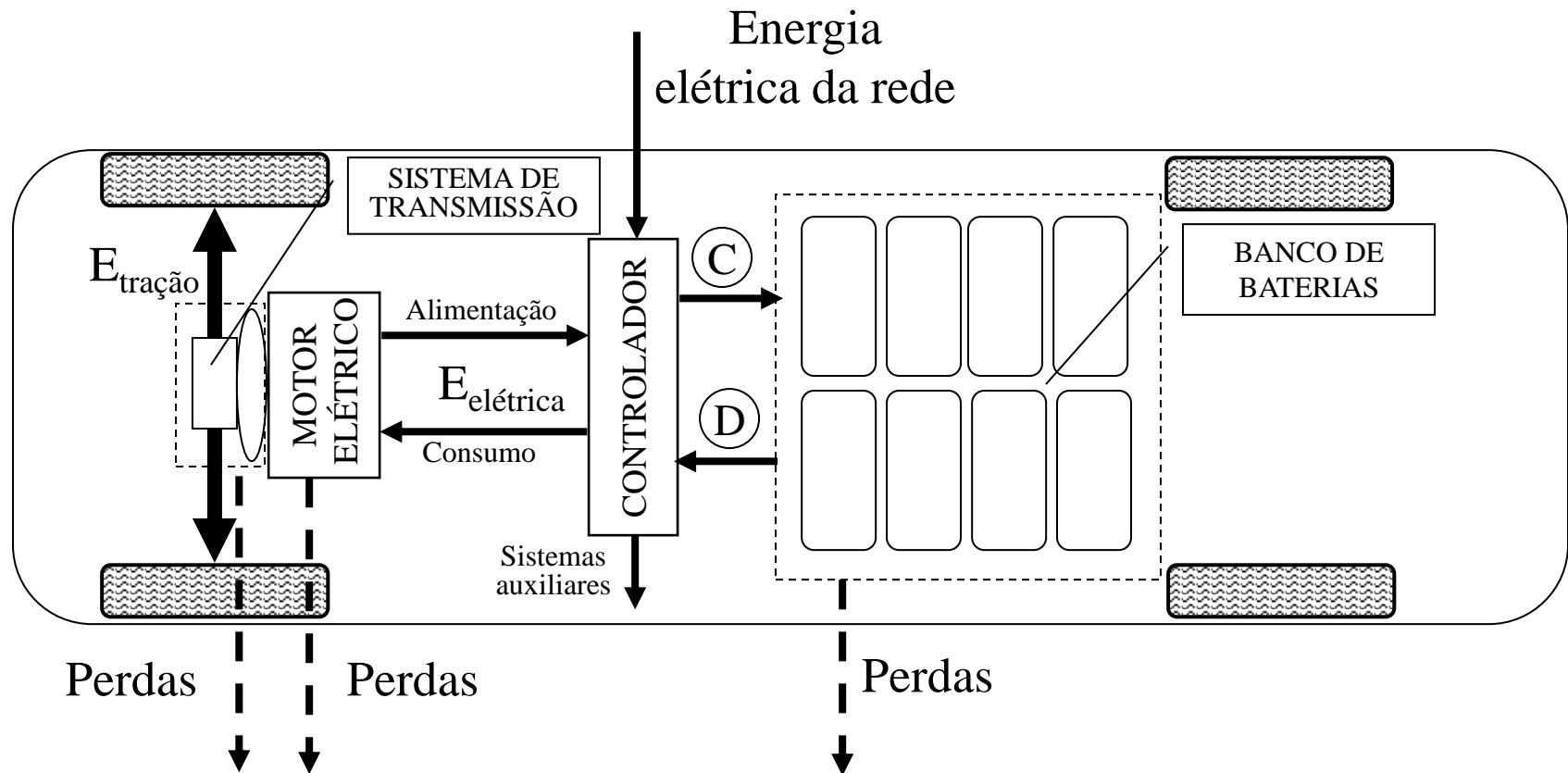
Exaustão dos  
gases  
queimados

**COMBUSTÍVEIS: ÓLEO DIESEL E BIODIESEL**



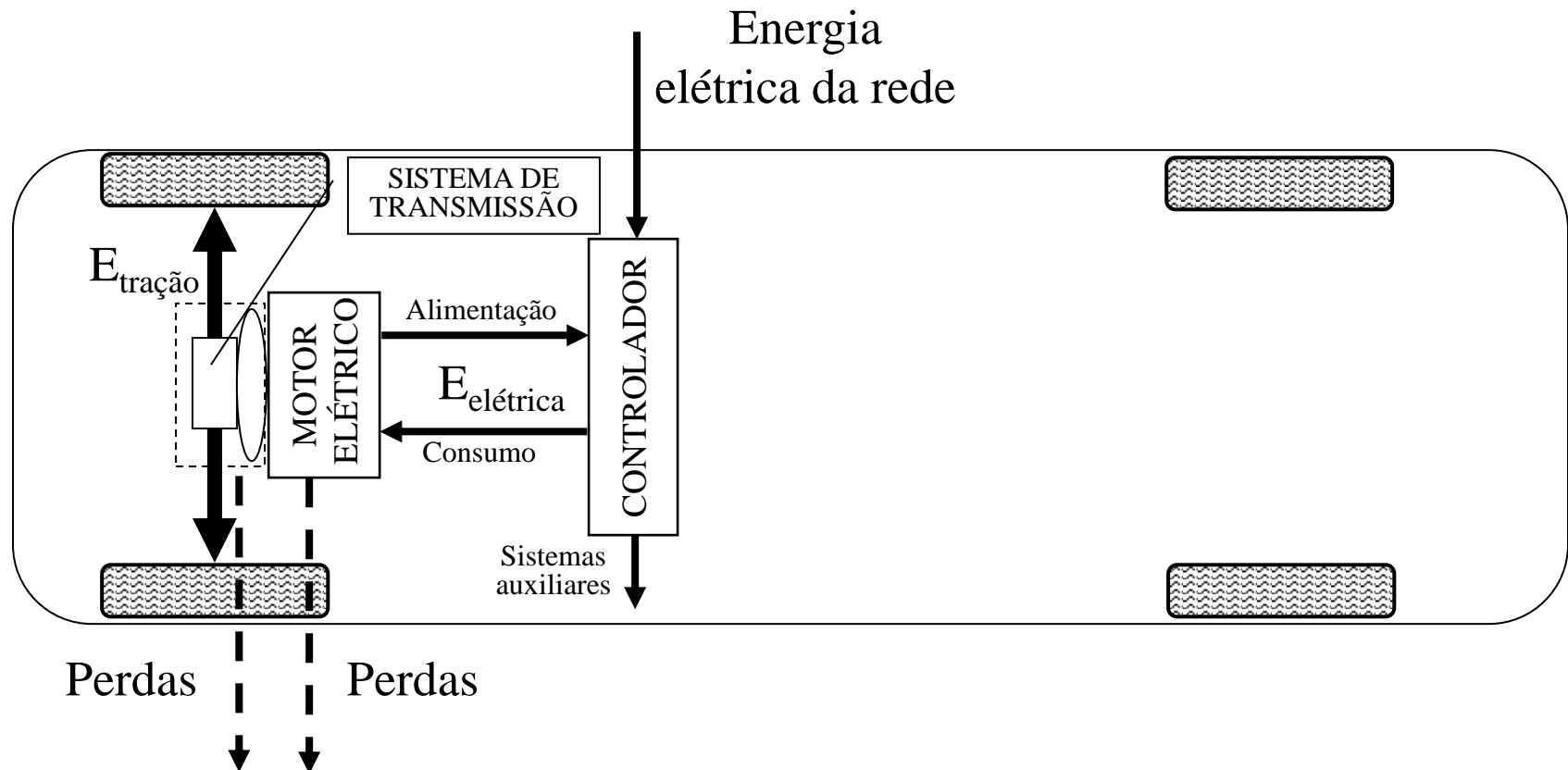
# SISTEMA DE PROPULSÃO ELÉTRICO

## ELÉTRICO COM BATERIAS



# SISTEMA DE PROPULSÃO ELÉTRICO

## ELÉTRICO SEM BATERIAS



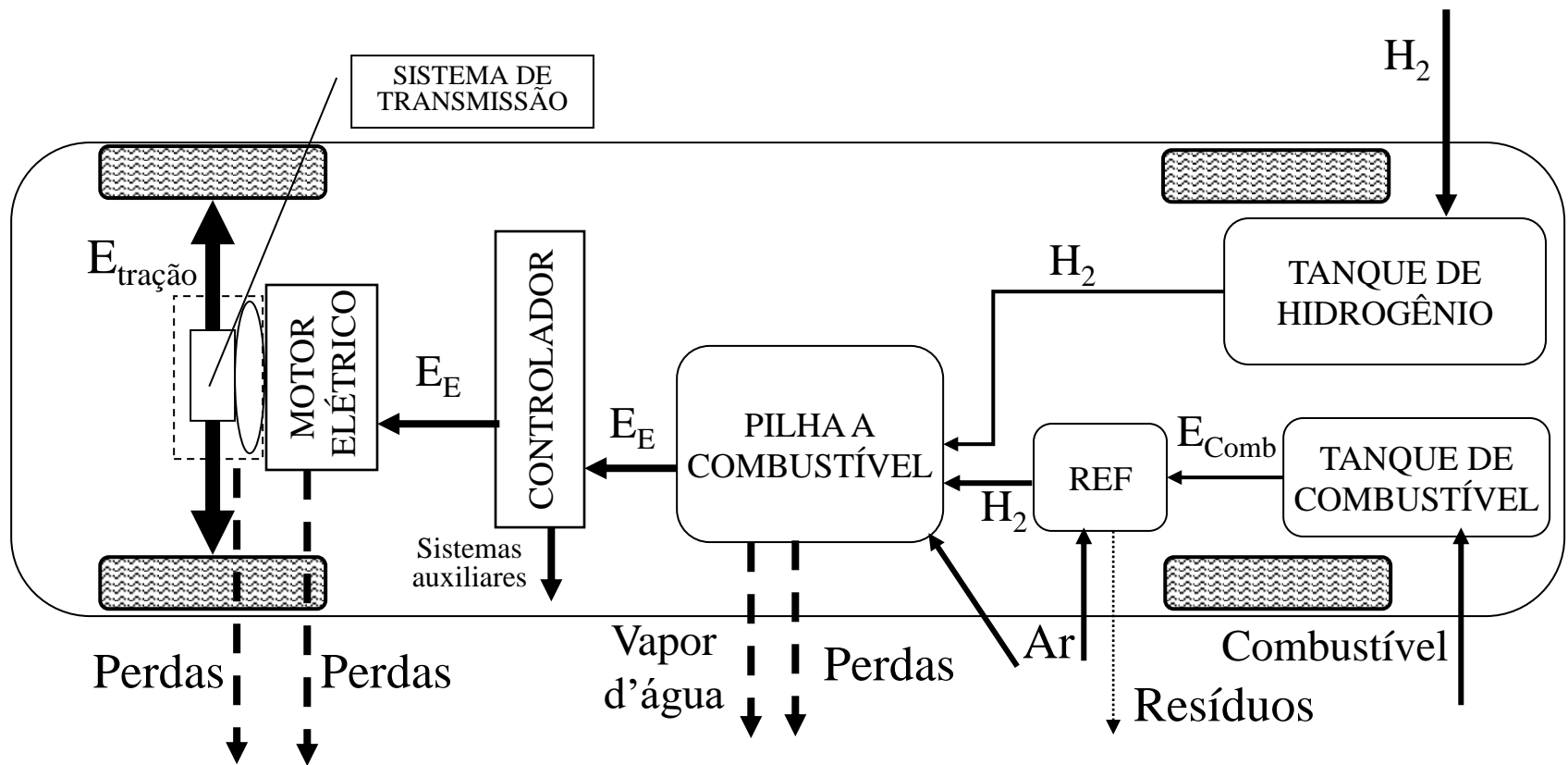


# SISTEMA DE PROPULSÃO ELÉTRICO SEM BATERIAS (TRÓLEIBUS)



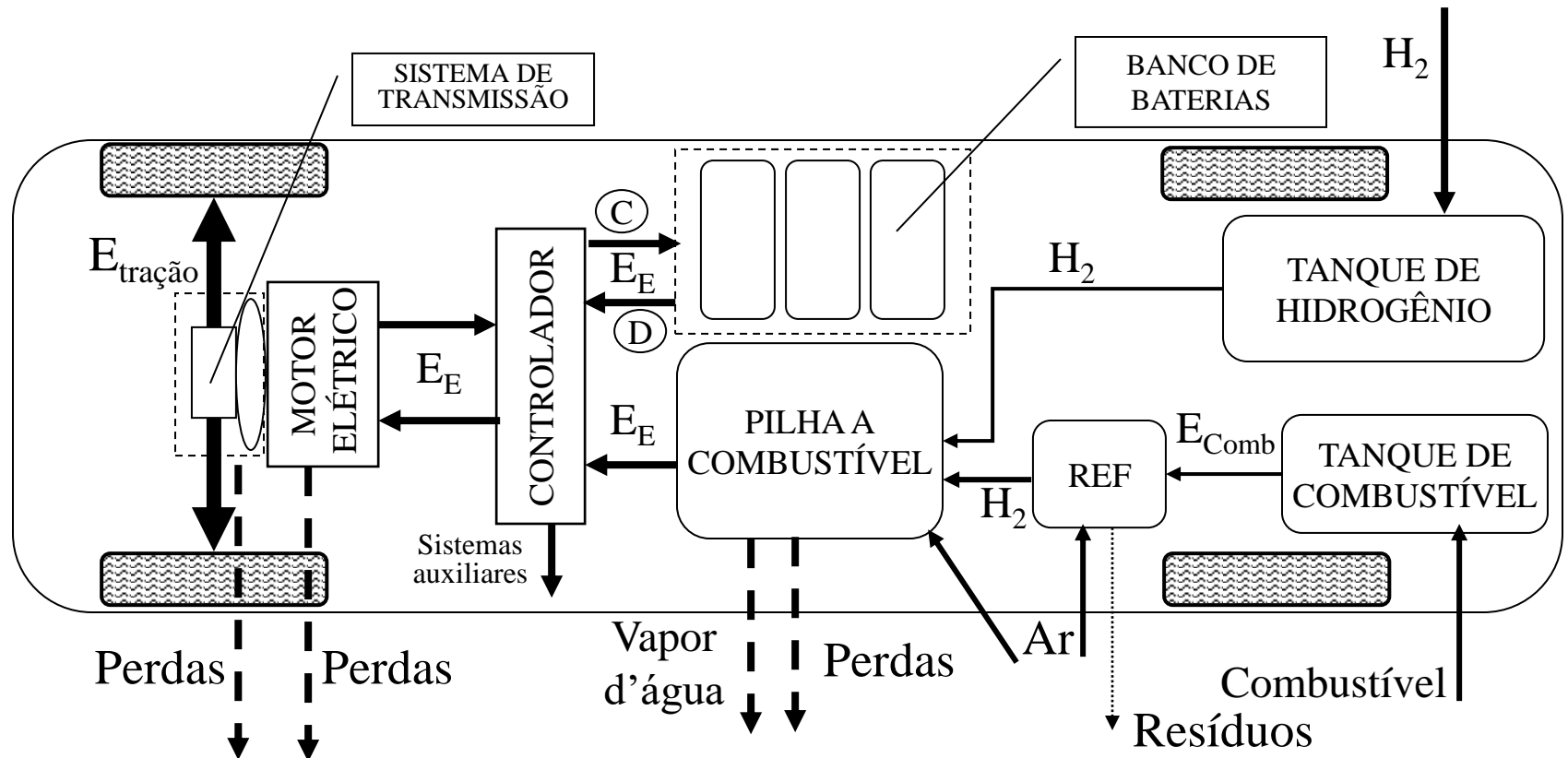
# SISTEMA DE PROPULSÃO ELÉTRICO

## ELÉTRICO COM PILHA A COMBUSTÍVEL



# SISTEMA DE PROPULSÃO ELÉTRICO

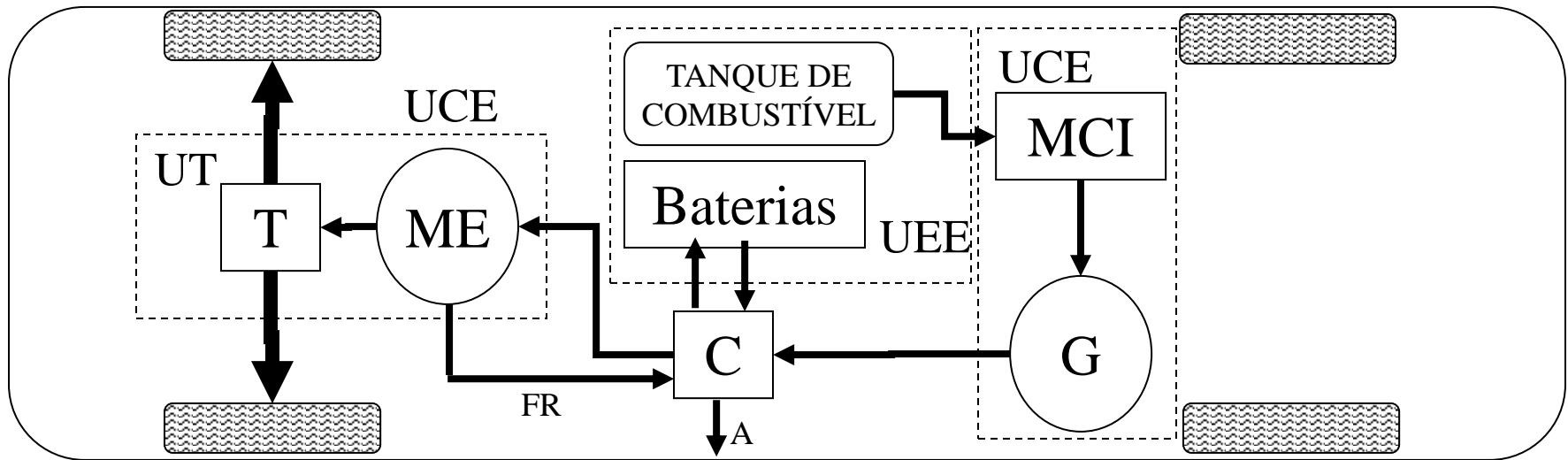
## ELÉTRICO COM PILHA A COMBUSTÍVEL E BATERIAS





# SISTEMA DE PROPULSÃO HÍBRIDO

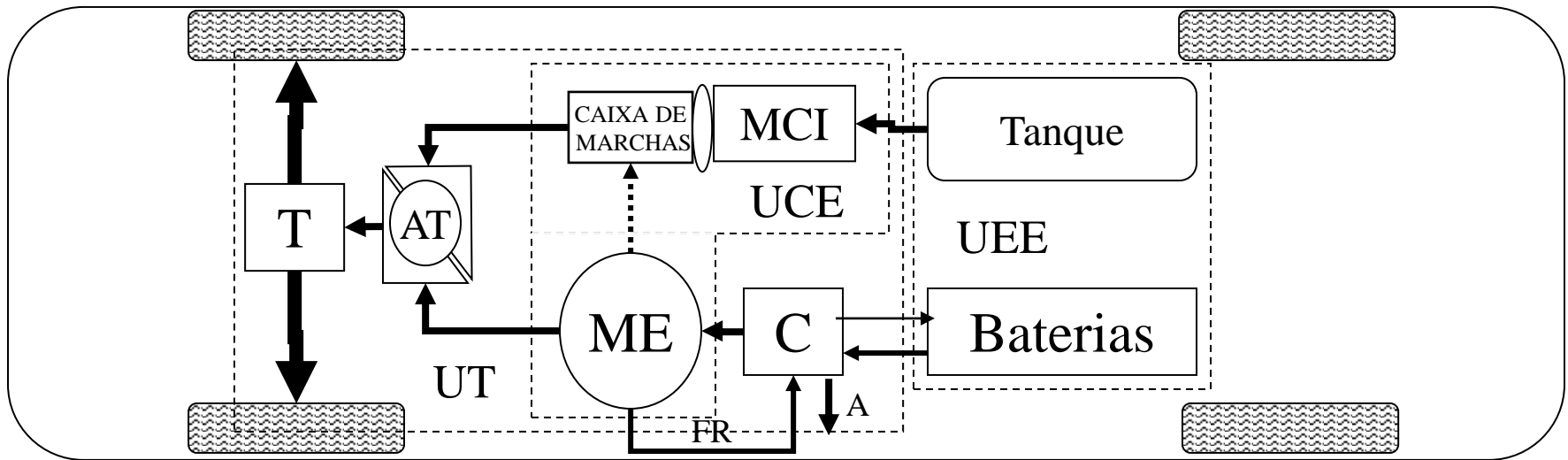
## HÍBRIDO-ELÉTRICO EM SÉRIE



Legenda - T: Mecanismo de tração; ME: Motor elétrico; C: Controlador; G: Gerador; MCI: Motor de combustão interna; UT: Unidade de tração; UEE: Unidade de estocagem de energia; UCE: Unidade de conversão de energia; FR: Freio regenerativo; A: Carga dos acessórios

# SISTEMA DE PROPULSÃO HÍBRIDO

## HÍBRIDO-ELÉTRICO EM PARALELO



Legenda - T: Mecanismo de tração; AT: Acoplador de torque; ME: Motor elétrico; C: Controlador; MCI: Motor de combustão interna; UT: Unidade de tração; UEE: Unidade de estocagem de energia; UCE: Unidade de conversão de energia; FR: Freio regenerativo; A: Carga dos acessórios

# SISTEMA DE PROPULSÃO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

## AUTOMÓVEL CONVENCIONAL E ELÉTRICO

				Referências				
				1	2	3	4	
Componentes da oferta de energia								
Energia disponível no combustível				100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Componentes do sistema de propulsão	MCI	Perdas de energia	Sistema de Refrigeração	36,00%	30,00%	30,00%	20,00%	
			Gases de exaustão	38,00%	35,00%	35,00%	35,00%	
			Fricção dos componentes do motor	6,00%	5,00%	5,00%	-	
			Radiação térmica do motor	-	-	5,00%	20,00%	
	Eficiência do MCI			20,00%	30,00%	25,00%	25,00%	
	STM	Perdas de energia	Transmissão	80%	10,00%	17,00%	40,00%	24,00%
			Pneus	15,00%				
		Eficiência do STM			77,00%	83,00%	60,00%	76,00%
Eficiência do conjunto			15,00%	25,00%	15,00%	19,00%		
Oferta final de energia				62%*	15,00%	25,00%	15,00%	19,00%
Componentes da demanda por energia								
Resistência ao rolamento				-	6,00%	-	4,20%	
Resistência aerodinâmica				8,00%	13,00%	10,00%	10,50%	
Energia disponível para vencer inércia, rampas e equipamentos auxiliares				7,00%	6,00%	5,00%	4,30%	

\* Eficiência na faixa de 50% a 70%. 43%

Referências: 1) Automóvel norte americano típico operando sob condições corriqueiras de tráfego urbano; RISTINEN e KRAUSHAAR (1999); 2) Automóvel europeu com motor à óleo diesel em ciclo Euromix; POULTON (1997), 3) Automóvel norte americano típico WISER (2000), 4) Automóvel norte americano típico, OECD (1997). Notas: O ciclo Euromix compreende um percurso onde 1/3 é feito em condições de tráfego urbano, 1/3 a velocidade constante de 90 km/h e 1/3 a velocidade constante de 120 km/h.

