

# TMEC078

## Fundamentos de Dinâmica Veicular

### Capítulo 5

### Diagramas de Desempenho

Referência:

Nicolazzi, Lauro Cesar. **Uma introdução à modelagem quase-estática de veículos automotores de rodas**. Publicação interna do GRANTE, Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 2013.

## 5.2 Diagrama de potência líquida

O gráfico de potência líquida representa a potência ainda disponível, descontadas as potências resistentes que ocorrem com o veículo se deslocando no plano. A potência líquida é obtida descontando da potência que chega ao cubo da roda as potências devido ao atrito de rolamento e à resistência aerodinâmica, ou seja:

$$P_L = P_c - (P_r + P_a) \quad (5.1)$$

sendo que a potência no cubo já considera as perdas mecânicas. Sendo  $P_e$  a potência efetiva na saída do motor, (segundo o sistema DIN ou norma semelhante) a potência no cubo da roda é:

$$P_c = P_e \eta_m \quad (5.2)$$

As demais potências podem ser calculadas usando a velocidade teórica do veículo, como mostrou-se no Capítulo 4, da maneira que segue:

$$P_i = Q_i v_t \quad (5.3)$$

ou

$$P_i = \frac{Q_i v_r}{(1 - e)} \quad (5.4)$$

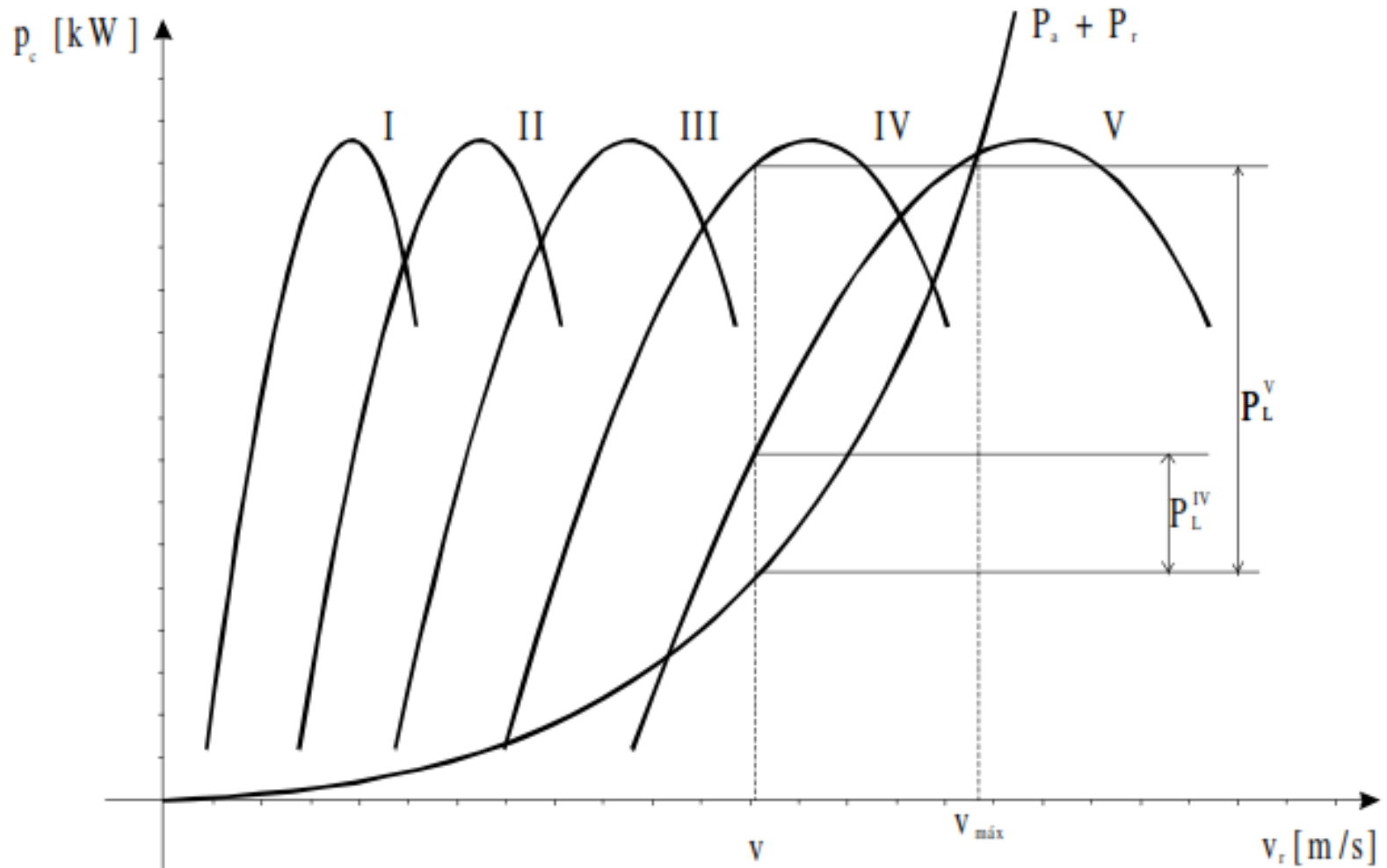


Figura 5.1: Diagrama de potência no cubo.

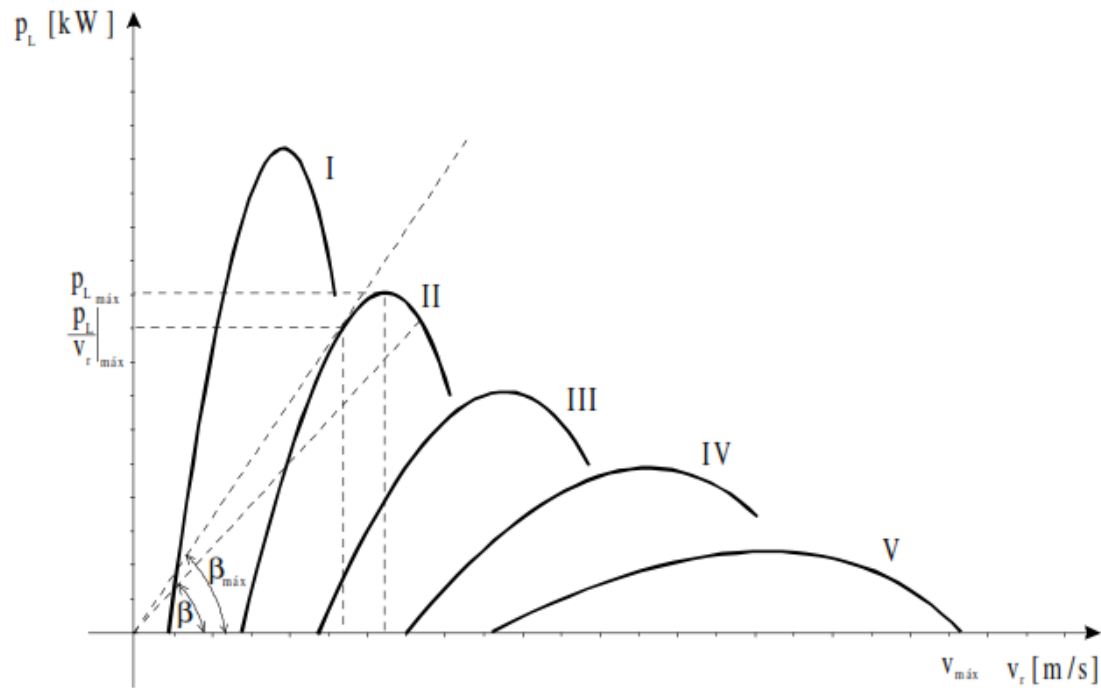


Figura 5.2: Diagrama de potência líquida.

De um diagrama de potência líquida como mostrado na Figura 6.1, podem ser obtidas várias informações, tais como:

- Número de marchas, no caso cinco;
- Velocidade máxima;
- Recobrimento das marchas;
- Aclives e acelerações para cada velocidade etc.

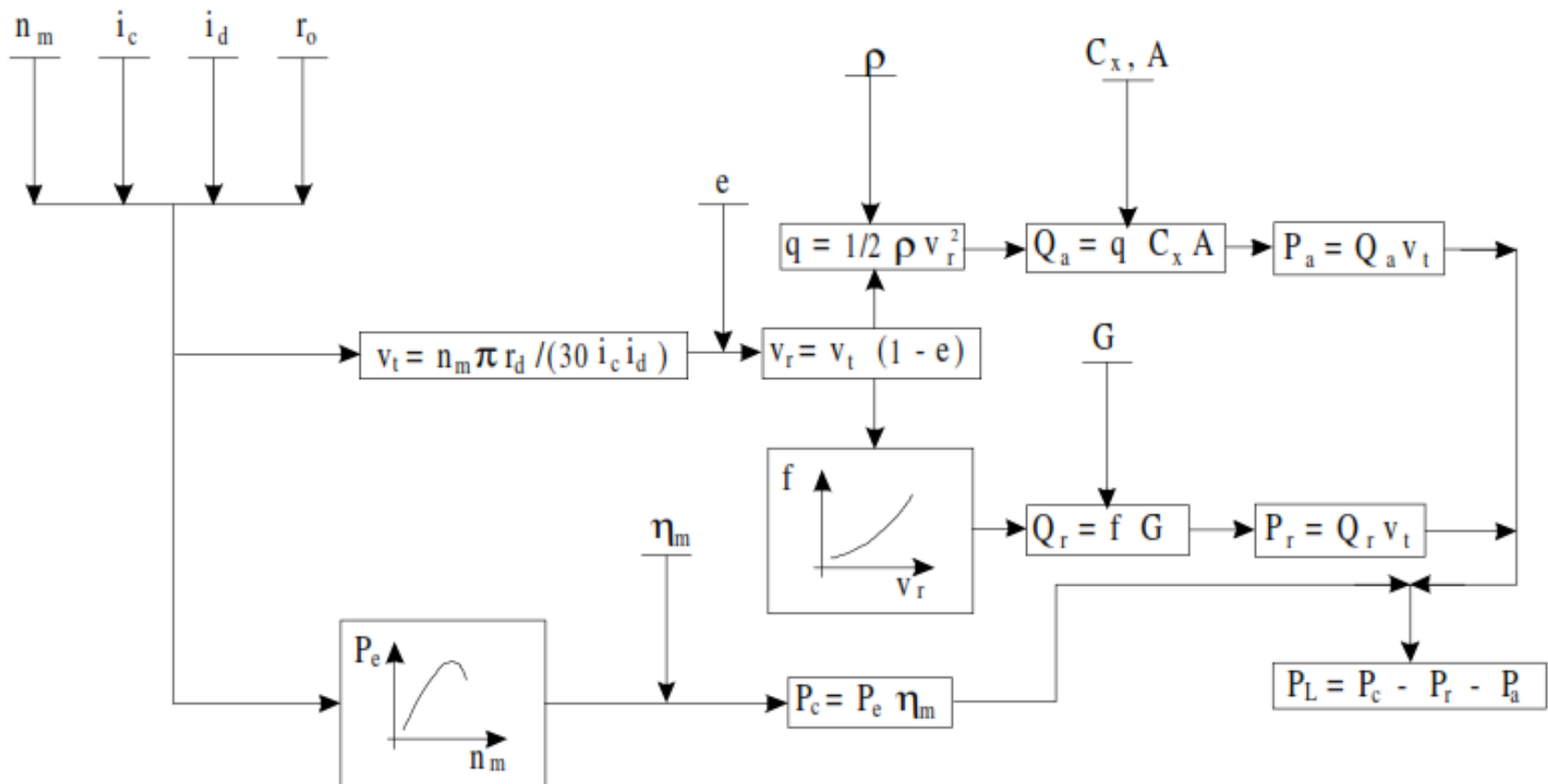


Figura 5.3: Fluxograma de obtenção do diagrama de potência líquida.

## 5.3 Possibilidade de vencer aclives

Assumindo que toda a potência líquida seja utilizada pelo veículo para vencer um aclive, é possível obter-se o valor máximo de aclive, que o veículo é capaz de subir, da forma que segue:

$$P_S = P_L \quad (5.5)$$

e como

$$P_S = Q_S v_t \quad (5.6)$$

a força de vencer aclive que o motor coloca a disposição do veículo em cada marcha, é então:

$$Q_S = \frac{P_L}{v_t}. \quad (5.7)$$

Por outro lado a resistência de aclive, em função do ângulo da rampa a ser vencida, é dada por:

$$Q_S = G \operatorname{sen} \alpha. \quad (5.8)$$

Igualando as equações 5.7 e 5.8, tem-se o aclive que o veículo pode vencer

$$\operatorname{sen} a = \left( \frac{P_L}{v_t} \right) \frac{1}{G}. \quad (5.9)$$

O afixe, em função da velocidade real, é obtido pela definição da velocidade teórica como:

$$v_t = \frac{v_r}{1 - e} \tag{5.10}$$

a qual substituída na equação 5.9 resulta em:

$$\text{sen } a = \left( \frac{P_L}{v_r} \right) \frac{(1 - e)}{G}. \tag{5.11}$$

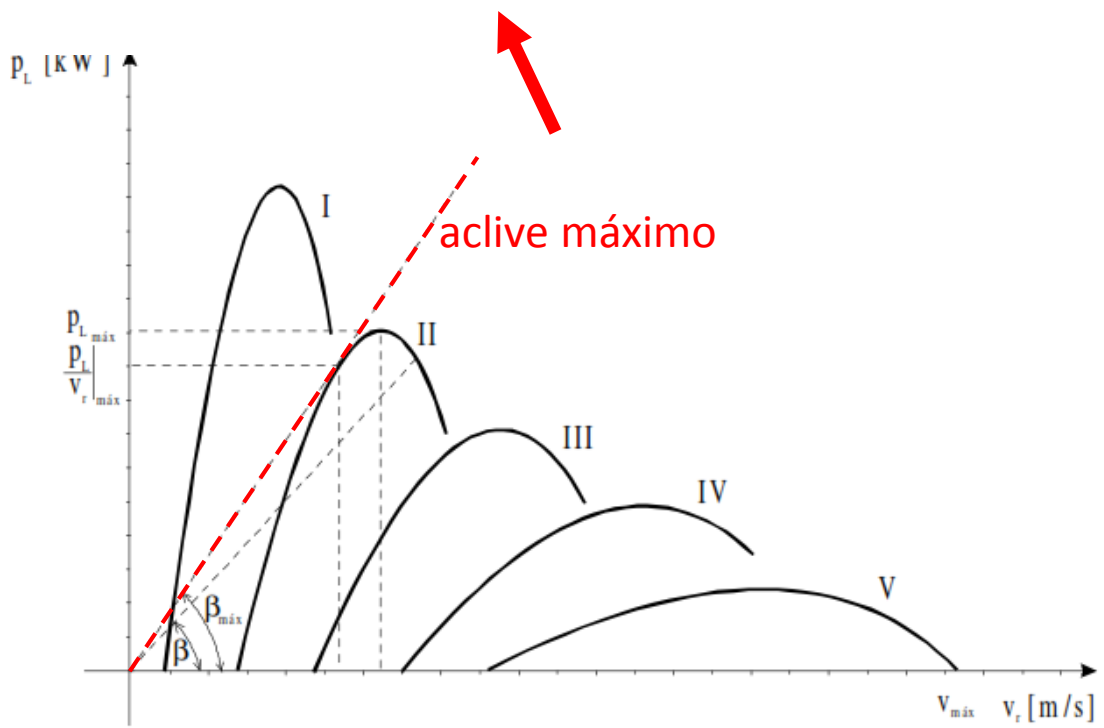


Figura 5.2: Diagrama de potência líquida.

## 5.4 Possibilidade de aceleração

Considerando que toda a potência líquida,  $P_L$ , seja usada para acelerar a massa do veículo pode-se calcular a aceleração máxima, como segue. Assim, considerando que toda a potência líquida seja usada para acelerar o veículo, ou seja

$$P_L = Q_I v_t, \quad (5.12)$$

consegue-se desenvolver um equacionamento que permite relacionar a aceleração com a potência colocada a disposição do veículo pelo seu motor.

A resistência de inércia, em função das características do veículo é dada por:

$$Q_I = m a (1 + \delta). \quad (5.13)$$

Igualando as duas expressões, pode-se escrever que:

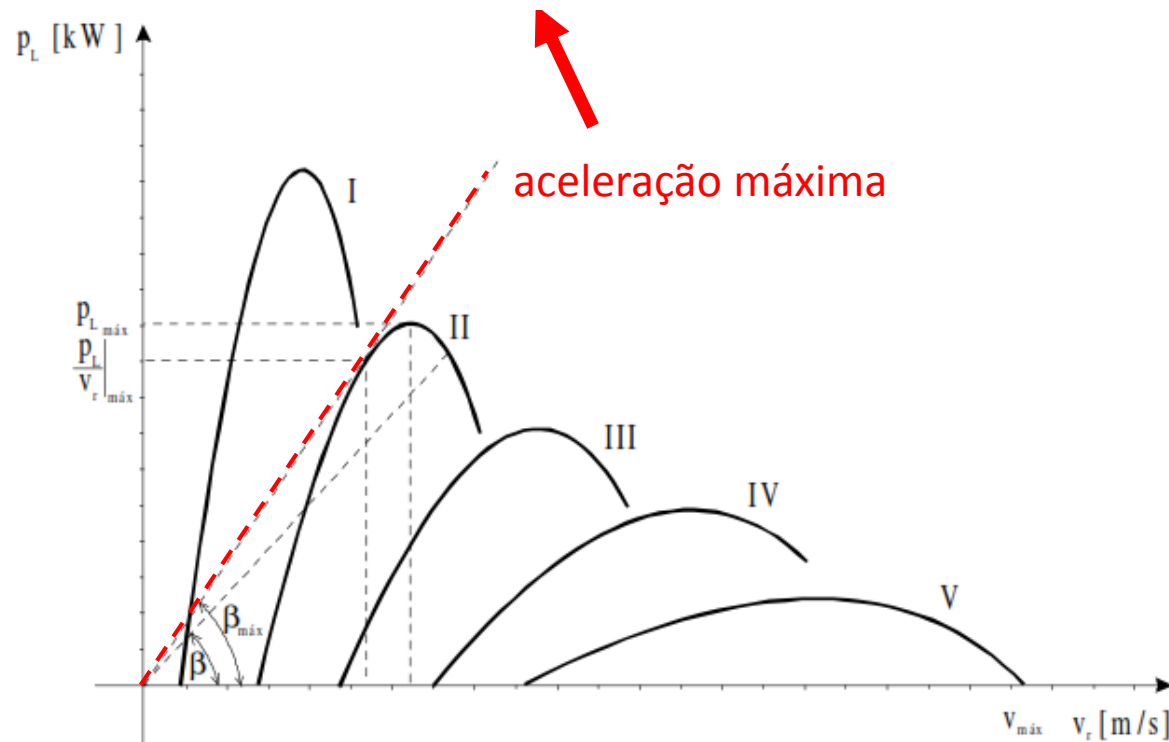
$$a = \left( \frac{P_L}{v_r} \right) \frac{(1 - e)}{m (1 + \delta)}. \quad (5.14)$$

Como pode-se concluir, a partir da análise da equação 5.14, a aceleração máxima ocorre para a relação  $(P_L/v_r)$  máxima e na marcha mais curta.



Como pode-se concluir, a partir da análise da equação 5.14, a aceleração máxima ocorre para a relação  $(P_L/v_r)$  máxima e na marcha mais curta.

$$a = \left( \frac{P_L}{v_r} \right) \frac{(1 - e)}{m (1 + \delta)}. \quad (5.14)$$



Exemplo: Obter o diagrama  $P_L \times v_r$  para o veículo com as características, de transmissão e motor, especificadas abaixo.

*Motor:*

180 cv DIN a 5800 rpm.

*Câmbio:*

$i_{c1a} = 2,909;$

$i_{c2a} = 1,9776$

$i_{c3a} = 1,471;$

$i_{c4a} = 1,0.$

*Diferencial*

$i_d = 3,091.$

*Rendimento da transmissão*

$\eta = 0,90.$

A curva de potência, do motor, é dada pela tabela abaixo:

$n [rpm]$	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
$P_e [cv]$	45,0	78,2	106,7	130,5	149,7	164,2	174,0	179,2	179,6
$P_e [kW]$	33,1	57,5	78,5	96,0	110,1	120,8	128,0	131,8	132,1
$P_c [kW]$	29,8	51,8	70,7	86,4	99,1	108,7	115,2	118,6	118,9

*Dados dos pneus*

$r_d = 0,32 m;$

$e = 0,02;$

$f = 0,015$  (pneu radial têxtil).

*Carroceria:*

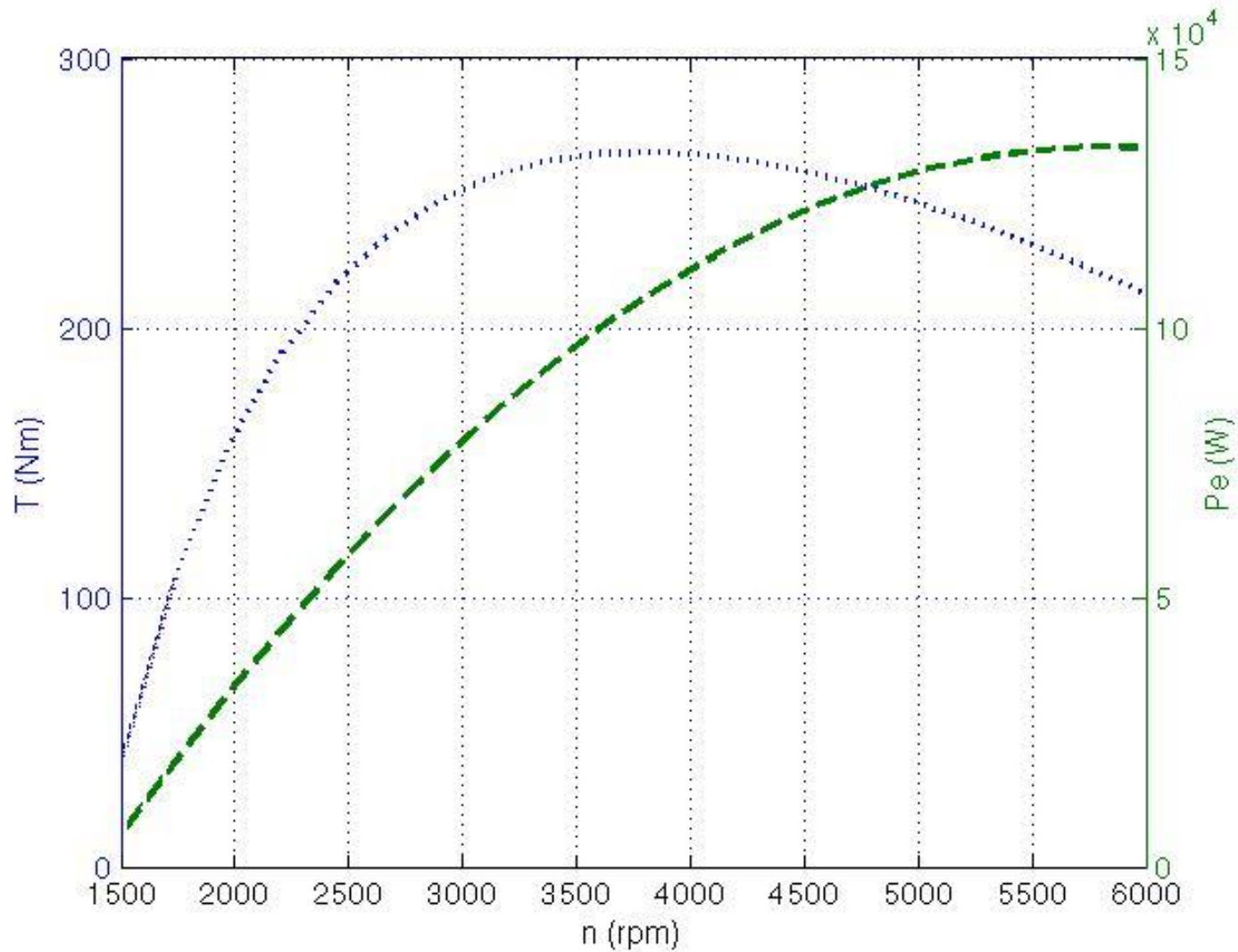
$A = 2,0 m^2$

$C_x = 0,42.$

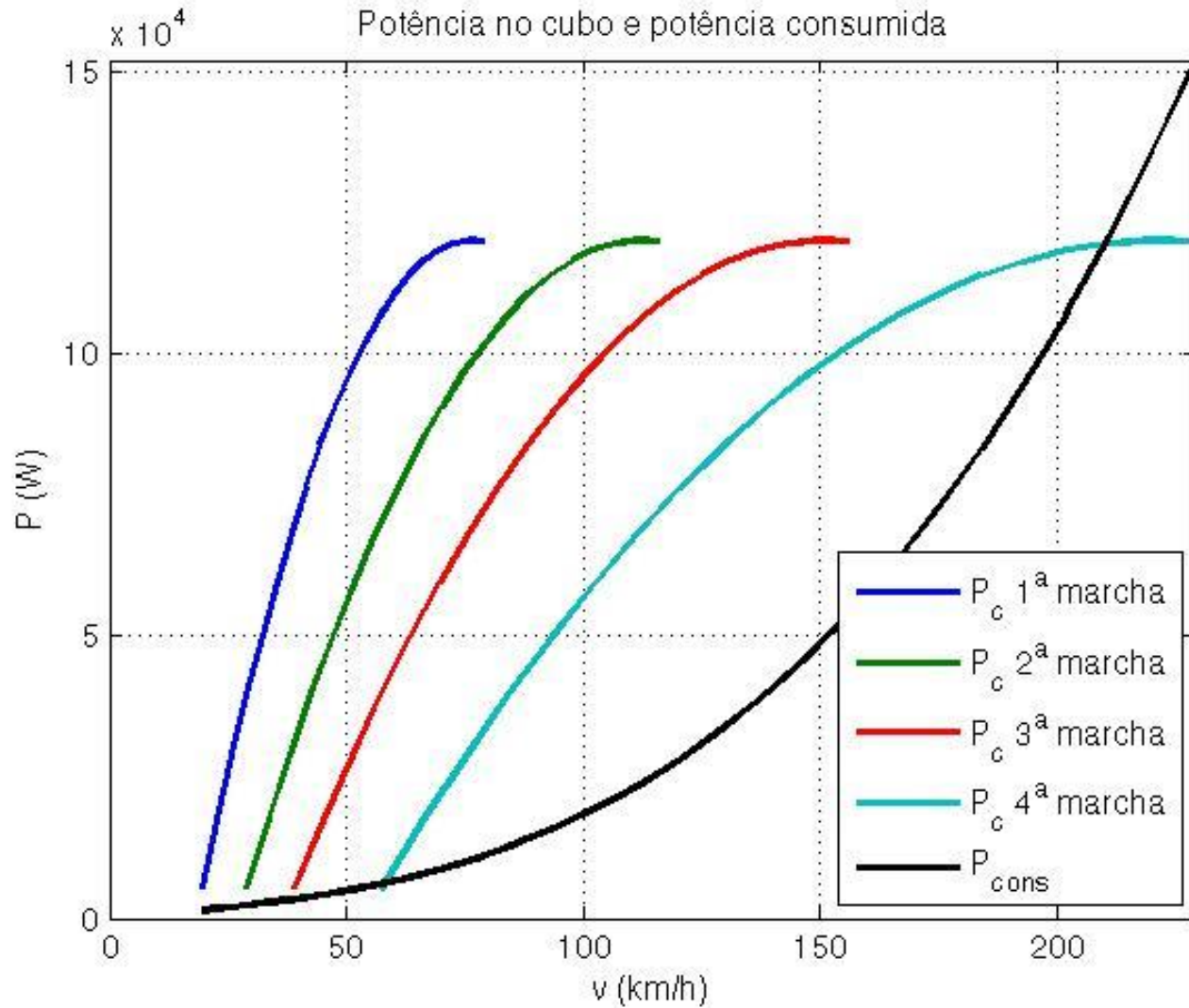
*Peso do veículo*

$G = 16.503 N.$

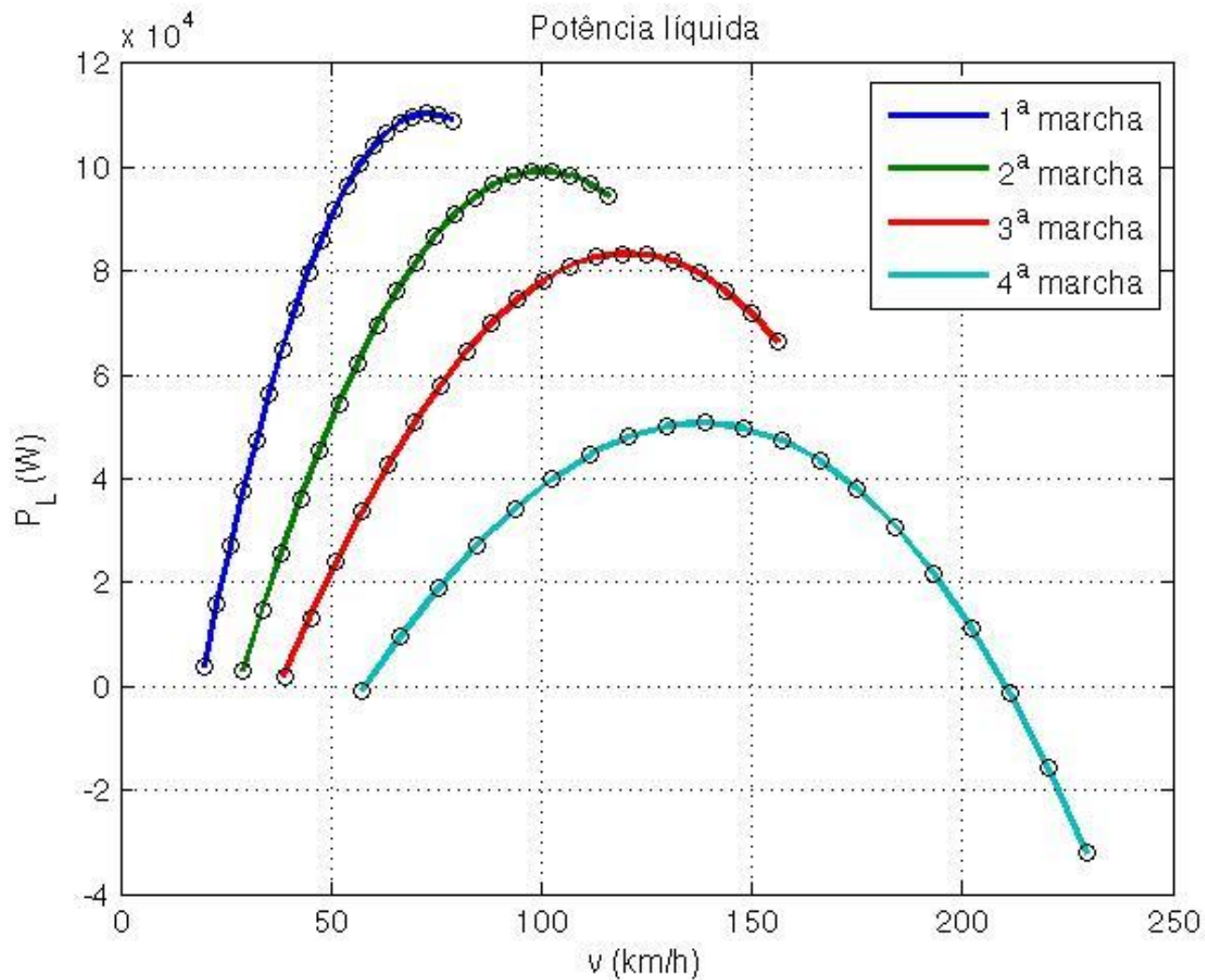
# TORQUE E POTÊNCIA



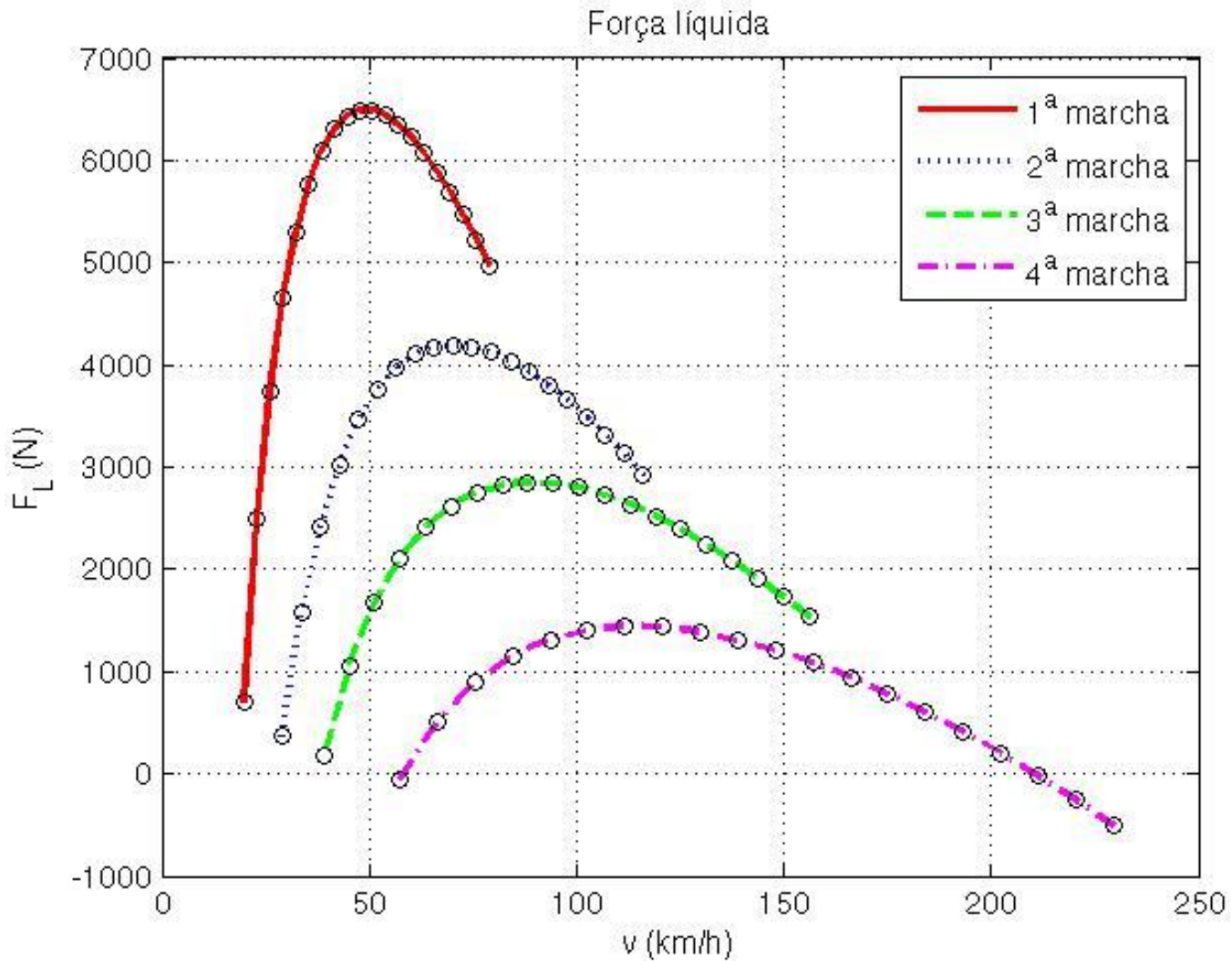
# POTÊNCIA NO CUBO E CONSUMIDA



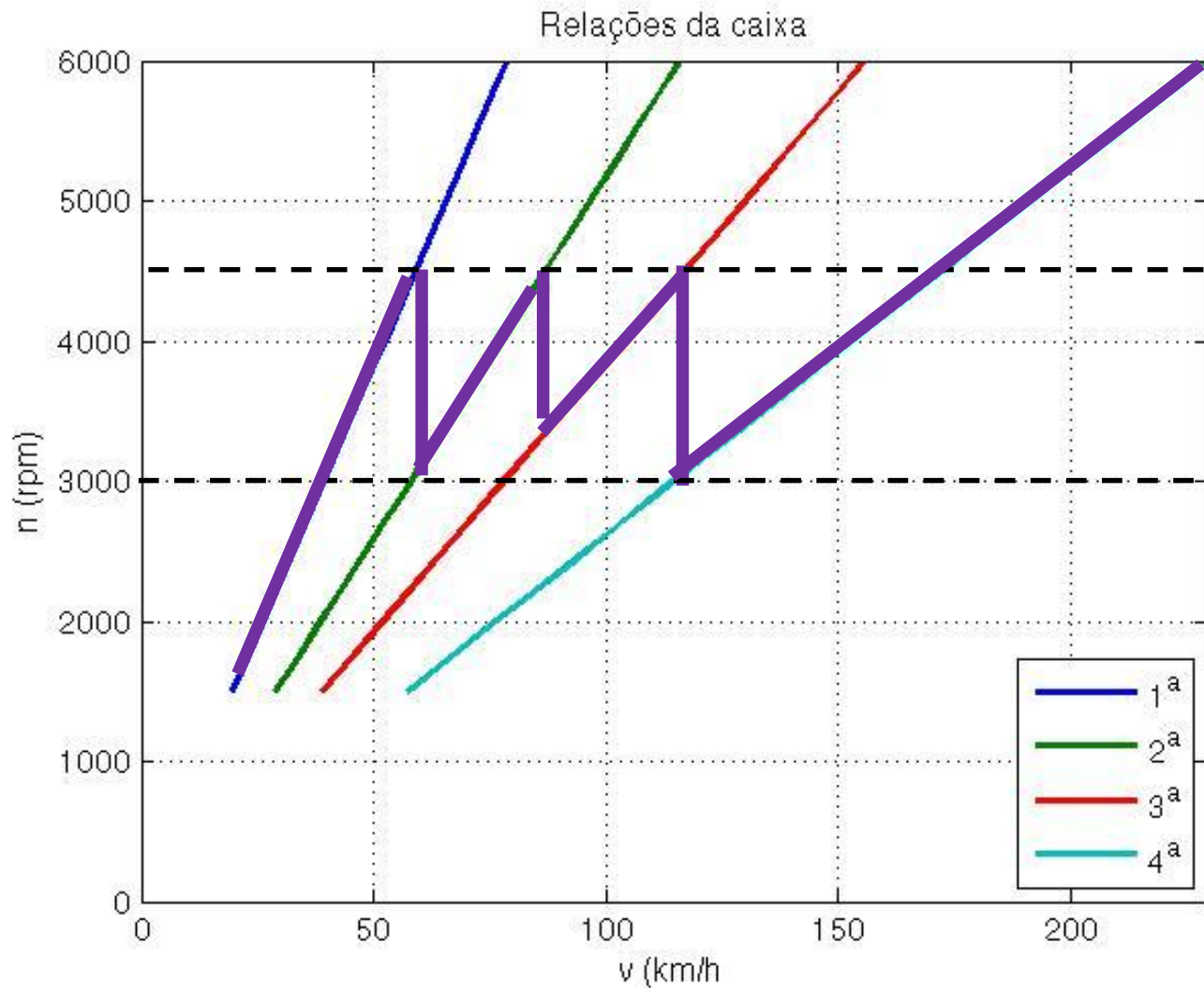
# POTÊNCIA LÍQUIDA



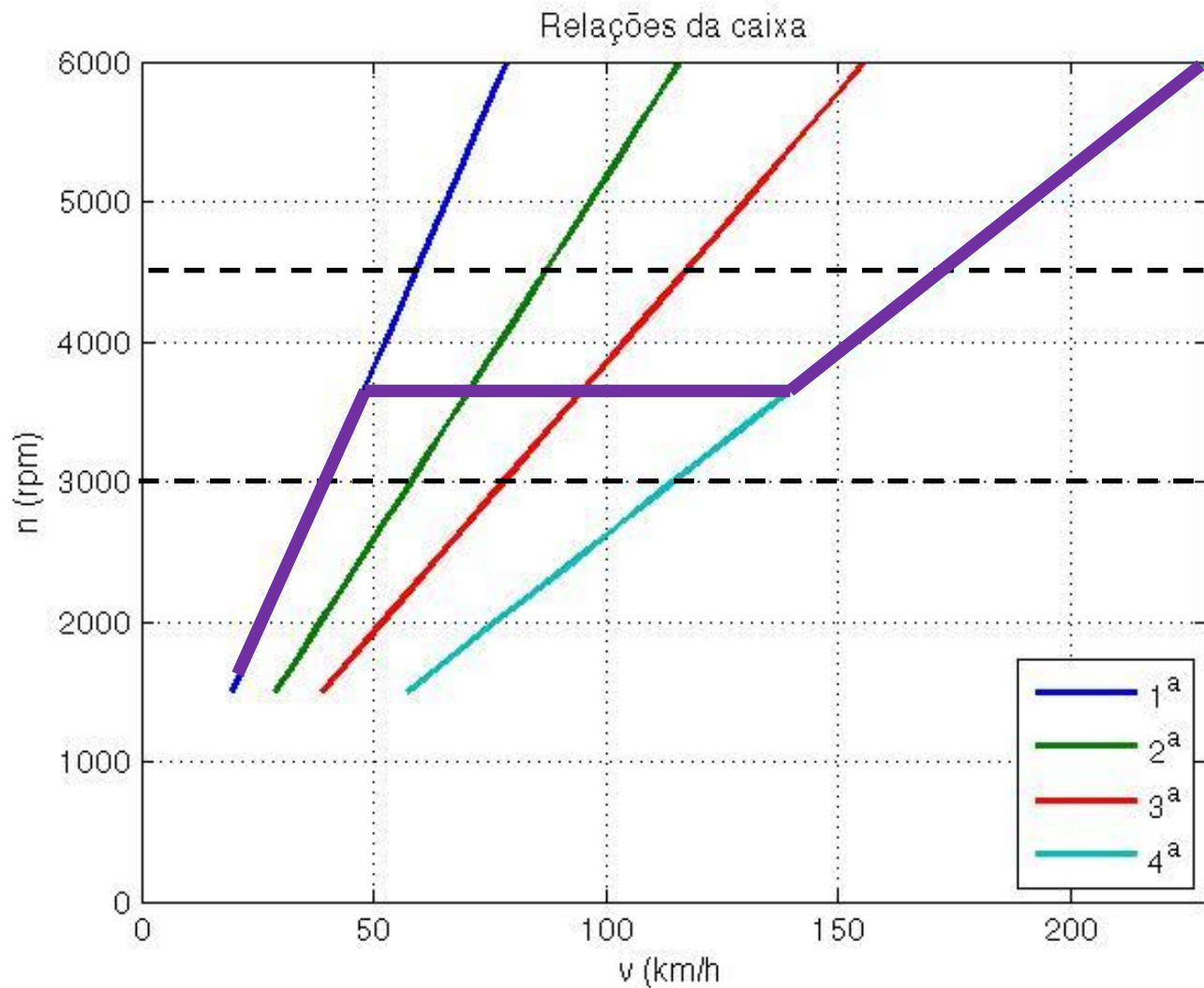
# FORÇA LÍQUIDA



# RELAÇÕES DA CAIXA

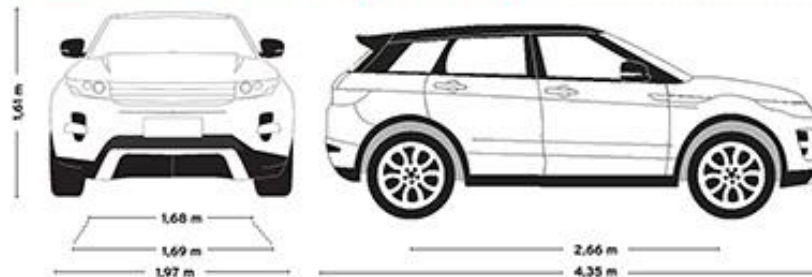


# COMPARATIVO CAIXA x CVT





# RANGE ROVER EVOQUE SD4

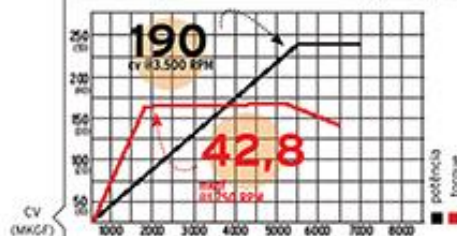


TP05

## FICHA TÉCNICA

### FICHA TÉCNICA

<b>PREÇO</b>	
BÁSICO >	R\$ 296.900
TESTADO >	R\$ 296.900
<b>MOTOR</b>	
TIPO>	dianteiro, transversal, diesel
CILINDROS E DISPOSIÇÃO>	4 cilindros em linha
SOBREALIMENTAÇÃO>	turbo
MATERIAL>	bloco e cabeçote em alumínio
COMANDO DE VÁLVULAS>	16 válvulas
CILINDRADA>	2.179 cc
DIÂMETRO x CURSO>	85 x 96 mm
TAXA DE COMPRESSÃO>	15,8:1
ROTAÇÃO MÁXIMA>	6.000 rpm
ALIMENTAÇÃO>	injeção multiponto



<b>TRANSMISSÃO</b>		
TRAÇÃO>	Integral	
TIPO DE CÂMBIO>	automático, 9 marchas	
DIFERENCIAL>	3,83:1	
MARCA>	RELAÇÃO	VELOCIDADE MÁXIMA
1	4,713:1	38 km/h
2	2,842:1	62 km/h
3	1,909:1	94 km/h
4	1,382:1	129 km/h
5	1,000:1	180 km/h
6	0,808:1	217 km/h
7	0,699:1	217 km/h
8	0,580:1	217 km/h
9	0,480:1	217 km/h

<b>DIREÇÃO</b>	
ASSISTÊNCIA>	elétrica
DIÂMETRO DE GIRO>	11,3 m
VOLTAS DO VOLANTE>	2,7

<b>SUSPENSÃO</b>	
DIANTEIRA>	independente, McPherson
TRASEIRA>	multibraços

#### FREIOS E PNEUS

FREIOS DIANTEIROS	discos ventilados
-------------------	-------------------

FREIOS TRASEIROS	discos sólidos
------------------	----------------

<b>PNEUS</b>	
Continental CrossContact	
DIANTEIROS	245/45 R20
TRASEIROS	245/45 R20

#### CARROCERIA E CHASSIS

<b>CONSTRUÇÃO</b>	
monobloco	
<b>MATERIAL</b>	
alumínio	
PORTAS/LUGARES	4/5
CATEGORIA	SUV
PORTA-MALAS	550 litros
COEFICIENTE AERODINÂMICO	0,35

#### PESO / RELAÇÕES

PESO EM ORDEM DE MARCHA	1.685 kg
DISTRIBUIÇÃO FRENTE/ TRASEIRA	52,1/47,9 %
RELAÇÃO PESO/POTÊNCIA	8,8 kg/cv
RELAÇÃO PESO/TORQUE	39,3 kg/mkgf

#### CONSUMO E AUTONOMIA

MÉDIA CIDADE/ESTRADA	11,1 / 14,7 km/l
<b>CAPACIDADE</b>	
60 litros	
AUTONOMIA CIDADE	666 km
AUTONOMIA ESTRADA	882 km

#### NOTAS DO TESTE

- O Evoque diesel decepcionou na pista. Nas acelerações, ficou, em média, 1 segundo mais lento que o a gasolina. Nas retomadas, a surra foi menor; sempre abaixo de 1 s. Mas, ainda assim, muito pior do que esperávamos.
- O SUV movido a óleo é 45 kg mais pesado que o a gasolina. Assim, as frenagens foram ligeiramente piores. No geral, ele precisou de 1 metro a mais para parar.

<b>RESULTADOS</b>	
0 a 1000 metros	32,7 s
0 a 100 a 0 km/h	17,1 s

0 a 400 METROS  
**17,5**  
SEGUNDOS  
@ 123 KM/H

0-20	1,1 s
0-40	2,4 s
0-60	4,3 s
0-80	6,9 s
0-100	

**10,5**  
SEGUNDOS

0-120	16,4 s
0-140	23,7 s
0-160	-
0-180	-
0-200	-
20-40 (em Drive)	2 s
40-60 (em Drive)	4,9 s
80-120 (em Drive)	7,7 s
100-120 (em Drive)	4,1 s

#### VELOCIDADE MÁXIMA

**195**  
KM/H

60-0 KM/H	16,6 m
80-0 KM/H	28,1 m
100-0 KM/H	45,9 m

**12,7**

#### CONSUMO MÉDIO (PECO)

MARCA LENTA	41,8 dBa
60 km/h (em Drive)	59,3 dBa
120 km/h (em Drive)	67,1 dBa