

2302383

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
PROJETO MECÂNICO

ESTUDO DA TRACÇÃO 4X4 EM VEÍCULOS AUTOMOTORES

Autor: NELSON MASSASHI OKUYAMA

Orientador: Prof. OMAR MOORE DE MADUREIRA

- 1987 -

TF-87
Okte

Agradecimentos ao Professor Omar
Moore de Madureira, pela orienta-
ção firme e segura.

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO.....	1
1 ESTUDO DA VIABILIDADE.....	3
1.1 ESTABELECIMENTO DA NECESSIDADE.....	3
1.2 FORMULAÇÃO DO PROJETO.....	8
1.2.1 ESPECIFICAÇÕES FUNCIONAIS.....	8
1.2.2 ESPECIFICAÇÕES CONSTRUTIVAS.....	10
1.2.3 ESPECIFICAÇÕES OPERACIONAIS.....	12
1.2.4 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	13
1.3 SÍNTESE DAS POSSÍVEIS SOLUÇÕES.....	26
1.3.1 SOLUÇÃO A.....	26
1.3.2 SOLUÇÃO B.....	26
1.3.3 SOLUÇÃO C.....	26
1.3.4 SOLUÇÃO D.....	31
1.3.5 SOLUÇÃO E.....	33
1.3.6 SOLUÇÃO F.....	33
1.3.7 SOLUÇÃO G.....	35
1.3.8 SOLUÇÃO H.....	35
1.4 EXEQUIBILIDADE FÍSICA.....	37
1.4.1 CAIXAS DE TRANSFERÊNCIA.....	37
1.4.2 EIXOS DIANTEIROS.....	38
1.5 VALOR ECONÔMICO.....	41
1.6 VIABILIDADE FINANCEIRA.....	50

II PROJETO BÁSICO.....	51
II.1 APRESENTAÇÃO.....	51
II.2 ESCOLHA DA MELHOR SOLUÇÃO.....	51
II.2.1 ESCOLHA E SEUS CRITÉRIOS.....	51
II.2.2 MATRIZ DE DECISÃO.....	51
II.2.3 SOLUÇÃO ADOTADA.....	53
II.3 MODELAGEM MATEMÁTICA.....	54
II.3.1 DISTRIBUIÇÃO DE PESO ESTÁTICO.....	54
II.3.2 DISTRIBUIÇÃO DE PESO DINÂMICO.....	57
II.3.3 DISTRIBUIÇÃO DE PESO DINÂMICO EM PAVIMENTO PLANO HORIZONTAL.....	57
II.3.4 FORÇA TRATIVA EM TERRENO PLANO HORIZONTAL.....	59
II.3.5 ACELERAÇÃO EM PAVIMENTO PLANO HORIZONTAL.....	60
II.3.6 DISTRIBUIÇÃO DE PESO DINÂMICO EM ACLIVE.....	61
II.3.7 DISTRIBUIÇÃO DAS FORÇAS TRATIVAS NA PARTIDA EM ACLIVE.....	61
II.3.8 ACLIVE MÁXIMO TEÓRICO.....	61
II.3.9 FORÇA TRATIVA DECORRENTE DO SISTEMA MOTRIZ....	63
II.3.10 DIFERENCIAL.....	63
II.3.11 RELAÇÃO DE TRANSMISSÃO DA REDUZIDA.....	66
II.3.12 FORÇAS NA SUSPENSÃO INDEPENDENTE.....	69
II.4 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....	75
II.5 ANÁLISE DE COMPATIBILIDADE.....	78
II.6 ANÁLISE DE ESTABILIDADE.....	81
II.7 OTIMIZAÇÃO FORMAL.....	84
II.7.1 DETERMINAÇÃO DA RELAÇÃO DE TRANSMISSÃO DA REDUZIDA.....	84

II.7.2 DIVISÃO DE TORQUE ENTRE OS EIXOS.....	85
II.7.3 DESEMPENHO DO VEÍCULO 4X4.....	91
II.7.4 DESEMPENHO GERAL.....	126
II.7.5 DESEMPENHO DE VEÍCULO 4X2.....	143
II.7.6 CONCLUSÃO.....	154
II.8 PREVISÃO PARA O FUTURO.....	155
II.9 PREVISÃO DE TEMPO DE FUNCIONAMENTO.....	155

ANEXOS.....	156
-------------	-----

I PROGRAMA DIVISÃO DE TORQUE EM SUPERFÍCIE

PLANA HORIZONTAL.....	156
II PROGRAMA DISTRIBUIÇÃO EM ACLIVE.....	158
III PROGRAMA DISTRIBUIÇÃO MÉDIA.....	160
IV PROGRAMA ACELERAÇÃO MÁXIMA 4X4.....	162
V PROGRAMA ACLIVE MÁXIMO 4X4.....	165
VI PROGRAMA ACELERAÇÃO MÁXIMA 4X2.....	169
VII PROGRAMA ACLIVE MÁXIMO 4X2.....	171
VIII PROGRAMA DESEMPENHO GERAL.....	173

APRESENTAÇÃO

Em vias pavimentadas, ou mesmo em estradas de terra batida bem conservadas, e em épocas de poucas chuvas; a tração fornecida pelas rodas de apenas um dos eixos, dianteiro ou traseiro, é suficiente para que um veículo sobre rodas trafegue sem problemas de tracionamento.

Porém, quando as condições do solo por onde o veículo terá de passar muda para pior, como ocorre nas estradas cobertas de lama ou cascalho, ou então, quando é preciso trafegar em percursos fora-de estrada; veículos com tração em apenas duas rodas podem apresentar problemas de tracionamento. Numa situação mais crítica, teremos a perda de tração e consequente imobilidade do veículo, isto é, atolamento.

Nestes casos, costumeiramente, os veículos atolados são retirados com o auxílio dos possíveis passageiros, ou de outras pessoas, que empurrando, tiram o veículo para fora do atoleiro.

Para tentar evitar estes tipos de inconvenientes, surgiram os veículos com tração total, ou seja, nos veículos de quatro rodas, com tração nas quatro rodas.

Inicialmente, este tipo de veículo era utilizado por militares durante a I Grande Guerra, e posteriormente, difundiu seu uso em zonas rurais, onde as condições das estradas nem sempre eram boas, mas a locomoção se fazia necessária em qualquer época.

Atualmente, existem veículos de utilização normal que possuem sistemas de tração total ou 4X4. É o caso dos modelos: AUDI QUATTRO, FORD SCORPIO 4X4, FORD SIERRA 4X4, NISSAN PRAIRIE 4WD, VW VARIANT TETRA, etc.

Também há vários carros de competição de ralis que possuem tração 4X4 permanente, como por exemplo: AUDI QUATTRO SPORT,

PEUGEOT 205 TURBO 16, FORD RS-200, LANCIA DELTA S4, PORCHE 959 ,
OPEL KADETT RALLYE 4X4.

Neste projeto, faremos um estudo do veículo, sob o ponto de vista das distribuições das forças trativas decorrentes da adoção de um sistema de tração nas quatro rodas.

Inicialmente, teremos uma análise da divisão ideal das forças trativas entre os eixos dianteiro e traseiro em um veículo de quatro rodas.

Esta divisão da força trativa ideal varia com tipo de piso, devido aos diferentes coeficientes de atrito e de resistência ao rolamento; variando também com a inclinação deste piso. Pode - se dizer que a divisão da força trativa depende, fundamentalmente da distribuição de peso dinâmico do veículo.

Como, ao trafegarmos com automóvel, a distribuição de peso muda constantemente; e portanto, é difícil conseguirmos construir um sistema de tração que possibilite fornecer a divisão ideal da força trativa.

Devido a isto, tentaremos obter uma distribuição da força trativa fixa que atenda da melhor forma às exigências de mobilidade de um veículo 4X4.

1.1 ESTABELECIMENTO DA NECESSIDADE

O propósito fundamental de um veículo automotor ou automóvel é a mobilidade. Numa concepção de um veículo ideal essa mobilidade seria requerida em todas as condições da via de tráfego, as quais são grandemente influenciadas pelas condições climáticas, principalmente em estradas não pavimentadas, ou no percurso fora-de-estrada.

Num veículo com quatro rodas, independentemente da carga transportada, a tração possível de ser desenvolvida pelo tração das quatro rodas é cerca de duas vezes maior do que aquela decorrente da tração apenas em duas rodas.

Esta diferença pode ser evidenciada mais facilmente em pisos escorregadios onde a força de tração é limitado pelo baixo coeficiente de atrito entre o pneu e o solo.

Os problemas de tração em automóveis podem ser percebidos em estradas cobertas de cascalho ou de lama, onde certamente muitos motoristas já enfrentaram situações desagradáveis, principalmente em estações chuvosas, na qual, mesmo que o motor, assim como o sistema de tração do veículo estejam funcionando perfeitamente bem, o automóvel não sai do lugar, devido ao escorregamento das rodas motrizes.

Portanto, é na zona rural que a necessidade de versões de veículos com tração nas quatro rodas se torna evidente, oferecendo a seus condutores uma maior tranquilidade ao rodar em estradas de terra batida das fazendas, sítios e vilarejos longínquos, enfrentando os problemas decorrentes da lama, cascalho e erosões.

Uma outra situação na qual um veículo equipado com tração nas quatro rodas ajuda enormemente ocorre nas atividades

profissionais que requerem o percurso em estradas semi-acabadas ou então o percurso fora-de-estrada.

Um exemplo onde o veículo enfrenta estes tipos de caminhos ocorre na construção de estradas em regiões pioneiras, que ainda não são servidas por estradas adequadas ao uso por veículos comuns, situação típica de várias partes do interior do Brasil, como a região Amazônica.

Também no combate de doenças endêmicas, se faz necessária a utilização de veículos com sistema de tração nas quatro rodas, para ter acesso aos vilarejos mais isolados no interior do país, onde as estradas quase sempre estão em estado precário de conservação, dificultando o trânsito de veículos normais.

Outra atividade é a fiscalização de parques florestais ou ecológicos onde existem um mínimo de estradas, para evitar danos à natureza. Estas estradas, normalmente são semi-acabadas ou então não passam de simples trilhas e portanto um veículo de tração total seria de grande utilidade.

Existem ainda, em pequena escala, as atividades do fora-de-estrada como opção de lazer ou esporte, na qual seus aficionados procuram os desafios das estradas de terra e trilhas, atraídos pela sensação de aventura e pelo contato com a natureza.

Em todas as situações, apresentadas anteriormente, as condições de tração do veículo são as mais adversas devido às irregularidades dos pisos pelos quais estes trafegam.

Em se tratando de Brasil, um outro dado que aumenta as expectativas com relação aos veículos com tração total é o fato de que somente 10% de nossas estradas estarem asfaltadas atualmente.

Como na grande maioria das atividades ligadas ao percurso em estradas de terra batida e/ou fora-de-estrada temos associado o transporte de cargas, as "pick-ups" grandes são os veículos que possuem as melhores características para atender às exigências destas atividades.

Este tipo de veículo é bastante versátil pois, além de possibilitar o transporte de cargas relativamente grandes, elas podem ser usadas como meio de locomoção com nível de conforto e agilidade próximos de um automóvel de passeio.

Devido aos elevados custos de projeto e produção de um veículo completo com tração total, este projeto consistirá no estudo da transformação de um veículo 4X2 (de tração traseira) em veículo de tração 4X4.

Atualmente, no mercado automobilístico brasileiro, existem duas famílias de "pick-ups" grandes que não possuem modelos com tração nas quatro rodas oferecidos pelas suas montadoras.

São a série F-100/F-1000 da FORD DO BRASIL e a série A-10/C-10/A-20/C-20/D-20 da GENERAL MOTORS DO BRASIL.

A produção destes veículos tem tido um crescimento considerável nestes últimos anos, como podemos ver analisando a tabela abaixo (tabela I-1):

ano	pick-ups GMB	pick-ups FORD	total
1981	19.681	8.040	27.721
1982	16.555	12.092	29.647
1983	17.183	14.068	31.251
1984	18.513	15.650	34.163
1985	19.543	14.715	34.258
1986	22.162	14.824	36.986

tabela I-1: produção de pick-ups no Brasil

A média de unidades produzidas de 1981 a 1986 foi de aproximadamente 32.300 veículos por ano.

Acreditamos que o mercado poderá absorver pick-ups equipadas com sistema de tração total, algo em torno de 5% do de veículos com tração normal (tração traseira). Isto equivale à cerca de 1.600 unidades por ano.

No estado atual da economia nacional não há perspectivas de grande crescimento do mercado de automóveis, e portanto esperando um mercado regular e estável para os próximos cinco anos, com um crescimento de aproximadamente 5% ao ano na venda dos veículos equipados com sistema de tração nas quatro rodas, fazemos a seguinte previsão para o volume de produção (tabela 1-2):

ano	unidades de veículos 4X4
1988	1.600
1989	1.680
1990	1.760
1991	1.850
1992	1.950

tabela 1-2: previsão da produção
de veículos 4X4

Previsão de quantidade:

Quantidade Indicadora : da tabela 1-2, temos a previsão de produção do sistema de tração 4X4, para o período de 1988 a 1992:

mínimo.....1.600 unidades/ano

máximo.....1.950 unidades/ano

média.....1.770 unidades/ano

Desse modo, a taxa anual média será tomada como quantidade de indicadora, que é de 1.770 unidades/ano.

Quantidade de Planejamento Financeiro (FPV) : tomando a FPV como equivalente à 80% da quantidade indicadora temos a taxa próxima de 1.420 unidades/ano. Isto representa um volume de aproximadamente 4% do total de pick-ups grandes produzidas em 1986. Acreditamos que o volume de vendas não cairá abaixo desse nível, e portanto a FPV adotada será de 1.420 unidades/ano.

Quantidade de Planejamento da Capacidade (CPV) : normalmente admitimos que a CPV seja da ordem de 120% da quantidade indicadora. Isto equivale à taxa de 21 20 unidades/ano, acima do máximo para o período, portanto será adotada uma CPV de 2.120 unidades/ano.

I.2 FORMULAÇÃO DO PROJETO

Este projeto consiste basicamente na transformação de um veículo 4X2 de tração traseira em veículo de tração 4X4.

Como carros base, ou melhor, veículos que sofrerão a transformação escolhemos as "pick-ups" F-1000 e F-1000A da FORD DO BRASIL e as A-10, C-10, A-20, C-20, D-20 da GENERAL MOTORS DO BRASIL. Estas "pick-ups" têm capacidades de carga de 500 kg a 1000 kg.

A seguir, temos relacionadas as especificações do veículo 4X4, e ao lado as características do veículo 4X2, tomando como referência o modelo D-20 da GMB, por ser um dos modelos mais comercializados atualmente.

Para os demais modelos as especificações funcionais de desempenho estarão em função das características do motor e do sistema de transmissão; sendo que as especificações construtivas e operacionais serão equivalentes.

I.2.1 ESPECIFICAÇÕES FUNCIONAIS

I.2.1.1 DESEMPENHO

- a-) tempo mínimo em função da velocidade a ser atingida a partir do repouso, em pavimento plano horizontal :

		4X4	4X2
0 a 60 km/h	só motorista	14 s	11 s
	com carga	16 s	15 s

b-) tempo mínimo para retomada de velocidade:

		4X4	4X2
40 a 80 km/h	só motorista	25 s	23 s
	com carga	36 s	34 s

c-) menor velocidade máxima a ser atingida em pavimento plano horizontal:

		4X4	4X2
só motorista		110 km/h	120 km/h
com carga		100 km/h	110 km/h

d-) espaço máximo de frenagem em pista plana horizontal:

d.1-) freio de serviço:

		4X4	4x2
60 a 0 km/h	só motorista	20 m	19,5 m
	com carga	21 m	20,5 m

d.2-) freio de estacionamento:

		4X4	4X2
60 a 0 km/h	só motorista	100 m	95 m
	com carga	110 m	105 m

e-) capacidade de carga:

		4X4	4X2
capacidade total de carga		950 kg	1050 kg
capacidade da caçamba em volume		1843 l	1843 l

I.2.2 ESPECIFICAÇÕES CONSTRUTIVAS

a-) A instalação do sistema de tração 4X4 deverá ser executada sem a necessidade de grandes retrabalhos na carroceria do veículo original, isto é, as modificações na cabine, ou na caçamba ou no chassis deverão ser mínimas.

b-) As folgas em relação ao solo, com o veículo estacionário em pavimento plano horizontal, como o ângulo mínimo de entrada, o ângulo mínimo de saída e a altura livre mínima do veículo com o solo deverão permanecer equivalentes aos do veículo original ou então melhorados. (fig. I-1)

Fig. I-1

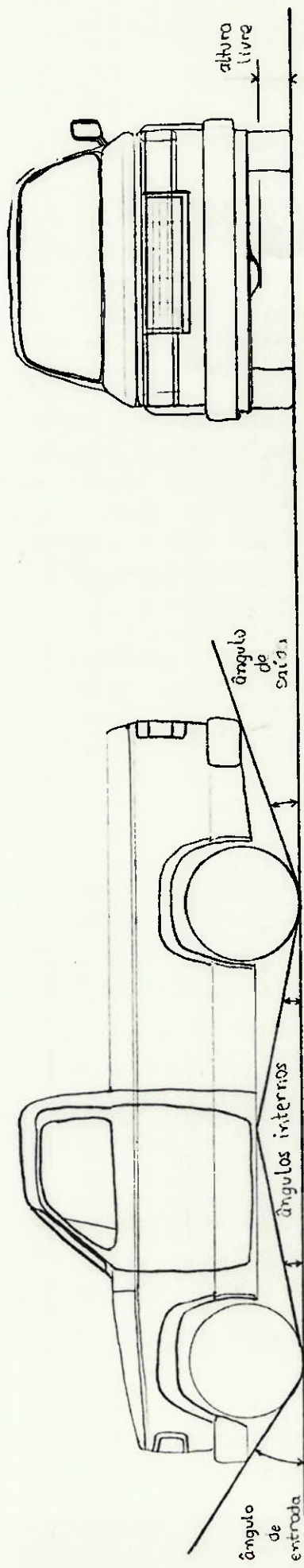


fig. I-1: Folgas com o solo

I.2.3 ESPECIFICAÇÕES OPERACIONAIS

a-) Durabilidade: os sistemas mecânicos principais a serem instalados para a transformação em veículo 4X4 deverá ter vida útil equivalente a aproximadamente 250.000 km.

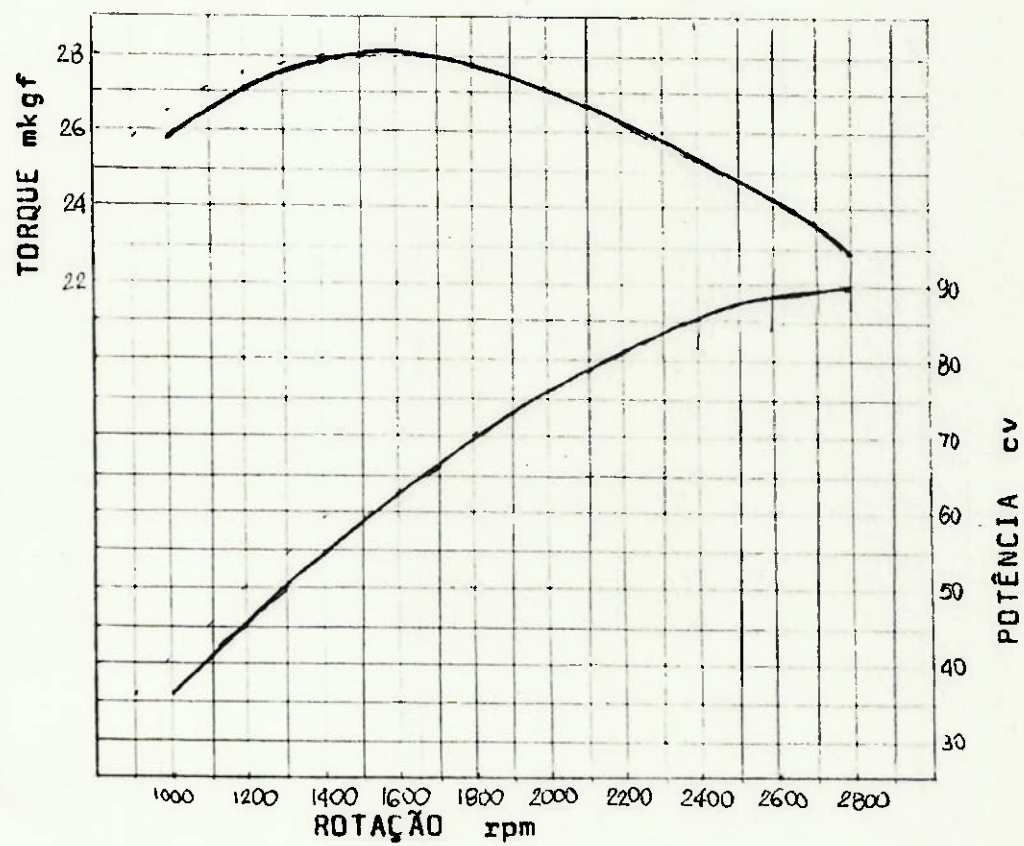
b-) Operação: o sistema de tração deverá ter dispositivo de engate e desengate da tração no eixo dianteiro , possibilitando a utilização do veículo com tração nas quatro rodas ou então, tração apenas em duas rodas.

1.2.4 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS APLICATIVAS DO FABRICANTE

a-) Características da pick-up modelo D-20 (GMB)

a.1-) Motor: Perkins Q20B2.236

- 1-) número de cilindros.....4
- 2-) cilindrada.....3.860 cm³
- 3-) potência máxima / rotação..90,0 CV / 2800 rpm
- 4-) torque máximo / rotação....28,1mkgf/ 1800 rpm
- 5-) combustível.....diesel
- 6-) curva característica



a.2-) Transmissão

- 1-) número de marchas à frente...5
- 2-) relações de transmissão da caixa de câmbio
 - 1ª marcha.....6,33 : 1
 - 2ª marcha.....3,60 : 1
 - 3ª marcha.....2,15 : 1
 - 4ª marcha.....1,40 : 1
 - 5ª marcha.....1,00 : 1
 - marcha a ré.....6,42 : 1
- 3-) relação do diferencial....3,15 : 1

a.3-) Suspensão

- 1-) dianteira: independente com braços longo e curto, molas helicoidais apoiadas no braço inferior com amortecedores hidráulicos telescópicos de dupla ação.
- 2-) traseira: eixo rígido com feixe de molas semi-elípticas e amortecedores hidráulicos telescópicos de dupla ação.

a.4-) Freios

- 1-) de serviço: duplo circuito hidráulico com válvula equalizadora e auxílio à vácuo , sendo a discos ventilados na frente e a tambores nas rodas traseiras.
- 2-) de estacionamento: mecânico sobre as rodas traseiras.

a.5-) Dimensões externas

- 1-) comprimento total.....4.820 mm
- 2-) largura.....2.000 mm
- 3-) altura.....1.780 mm
- 4-) distância entre eixos.....2.920 mm
- 5-) bitola dianteira.....1.640 mm
- 6-) bitola traseira.....1.600 mm
- 7-) altura livre do solo.....220 mm

a.6-) Rodas e pneus

- 1-) rodas....aço estampado 6,0 x 16
- 2-) pneus....7,00 x 16

a.7-) Direção

- 1-) tipo.....rosca sem-fim e rolete
- 2-) diâmetro mínimo de giro....12,80 m
- 3-) ângulo de câster.....2°30'
- 4-) ângulo de câmber.....1°30'
- 5-) ângulo de inclinação do pino mestre..7°30'
- 6-) distância entre articulações.....1332 mm

a.8-) Capacidades

- 1-) capacidade total de carga.....1050 kg
- 2-) volume transportável na caçamba....1843 l
- 3-) capacidade máxima do eixo dianteiro 1215 kg
- 4-) capacidade máxima do eixo traseiro 1818 kg

a.9) Pesos

- 1-) peso em ordem de marcha.....2020 kg
- 2-) peso total admissível.....3020 kg

b-) Características da pick-up modelo A-20 (GMB)

b.1-) Motor

- 1-) número de cilindros.....6
- 2-) cilindrada.....4.093 cm³
- 3-) potência máxima / rotação.135 CV / 4000 rpm
- 4-) torque máximo / rotação...30,0mkgf/2000 rpm
- 5-) combustível.....álcool

b.2-) Transmissão

- 1-) número de marchas à frente...4
- 2-) relações de transmissão da caixa de câmbio
 - 1ª marcha.....4,22:1
 - 2ª marcha.....2,36:1
 - 3ª marcha.....1,47:1
 - 4ª marcha.....1,00:1
 - marcha à ré.....3,99:1
- 3-) relação do diferencial....3,90:1

b.3-) Suspensão

- 1-) dianteira: independente, tipo braço longo e curto, com molas helicoidais e amortecedores hidráulicos telescópicos de dupla ação.
- 2-) traseira: eixo rígido com feixe de molas semi-elípticas e amortecedores hidráulicos telescópicos de dupla ação.

b.4-) Freios

- 1-) de serviço: duplo circuito convencional hi

- dráulico com válvula equalizadora e auxílio a vácuo, sendo a discos ventilados na rodas dianteiras e a tambores nas rodas traseiras.
- 2-) de estacionamento: mecânico, atuando sobre as rodas traseiras.

b.5-) Dimensões externas

- 1-) comprimento total.....4.820 mm
2-) largura.....2.000 mm
3-) altura.....1.780 mm
4-) distância entre eixos.....2.920 mm
5-) bitola dianteira.....1.640 mm
6-) bitola traseira.....1.600 mm
7-) distância mínima do solo.....220 mm

b.6-) Rodas e pneus

- 1-) rodas.....aço estampado 6,0 X 16
2-) pneus.....7,00 X 16

b.7-) Direção

- 1-) tipo.....rosca sem-fim
2-) diâmetro mínimo de giro..12,80 m

b.8-) Capacidades e pesos

- 1-) volume transportável na caçamba..1.843 l
2-) peso em ordem de marcha.....1.850 kg
3-) peso total admissível.....3.020 kg

c-) Características da pick-up A-20 cabine dupla (GMB)

c.1-) Motor

- 1-) número de cilindros.....6
- 2-) cilindrada.....4.093 cm³
- 3-) potência máxima.....135 CV a 4000 rpm
- 4-) torque máximo.....30,0mkgf a 2000 rpm
- 5-) combustível.....álcool

c.2-) Transmissão

- 1-) número de marchas à frente....4
- 2-) relações de transmissão da caixa de câmbio
 - 1ª marcha.....4,22:1
 - 2ª marcha.....2,36:1
 - 3ª marcha.....1,47:1
 - 4ª marcha.....1,00:1
 - marcha à ré.....3,99:1
- 3-) relação do diferencial....3,90:1

c.3-) Suspensão

- 1-) dianteira: independente, tipo braço longo e curto, com molas helicoidais e amortecido - res hidráulicos telescópicos de dupla ação.
- 2-) traseiro: eixo rígido com feixe de molas se mi elípticas e amortecedores hidráulicos telescópicos de dupla ação.

c.4-) Freios

- 1-) de serviço- duplo circuito convencional hi-

dráulico com válvula equalizadora e auxílio a vácuo, sendo a discos ventilados nas rodas dianteiras e a tambores nas rodas traseiras.

2-) de estacionamento: mecânico atuando sobre as rodas traseiras.

c.5-) Dimensões externas

- 1-) comprimento total.....5.340 mm
- 2-) largura.....2.000 mm
- 3-) altura.....1.780 mm
- 4-) distância entre eixos.....3.230 mm
- 5-) bitola dianteira.....1.640 mm
- 6-) bitola traseira.....1.600 mm
- 7-) distância mínima do solo.....220 mm

c.6-) Rodas e pneus

- 1-) rodas.....aço estampado 6,0 X 16
- 2-) pneus.....7,00 X 16

c.7-) Direção

- 1-) tipo.....rosca sem-fim
- 2-) diâmetro mínimo de giro..13,64 m

c.8-) Capacidades e pesos

- 1-) capacidade da caçamba.....1.441 l
- 2-) peso em ordem de marcha.....2.055 kg
- 3-) peso total admissível.....3.075 kg

d-) Características da pick-up modelo A-10 (GMB)

d.1-) Motor

- 1-) número de cilindros....4
- 2-) cilindrada.....2.470 cm³
- 3-) potência máxima.....88 CV a 4000 rpm
- 4-) torque máximo.....19,4mkgf a 2000 rpm
- 5-) combustível.....álcool

d.2-) Transmissão

- 1-) número de marchas à frente.....4
- 2-) relações de transmissão da caixa de câmbio:
 - 1ª marcha.....4,22:1
 - 2ª marcha.....2,36:1
 - 3ª marcha.....1,42:1
 - 4ª marcha.....1,00:1
 - marcha à ré.....3,99:1
- 3-) relação do diferencial....4,78:1

d.3-) Suspensão

- 1-) dianteira: independente, tipo braço curto e longo, com molas helicoidais e amortecido - res hidráulicos telescópicos de dupla ação.
- 2-) traseira: eixo rígido com feixe de molas se mi-elípticas e amortecedores hidráulicos telescópicos de dupla ação.

d.4-) Freios

- 1-) de serviço: duplo circuito convencional hi-

dráulico com auxílio à vácuo e válvula equalizadora, sendo a discos ventilados nas rodas dianteiras e a tambores nas rodas traseiras.

2-) de estacionamento: mecânico, atuando nas rodas das traseiras.

d.5-) Dimensões externas

- 1-) comprimento total.....4.830 mm
- 2-) largura.....2.000 mm
- 3-) altura.....1.780 mm
- 4-) distância entre eixos.....2.920 mm
- 5-) bitola dianteira.....1.640 mm
- 6-) bitola traseira.....1.600 mm
- 7-) distância mínima do solo.....220 mm

d.6-) Rodas e pneus

- 1-) rodas.....aço estampado 6,0 X 16
- 2-) pneus.....7,00 X 16

d.7-) Direção

- 1-) tipo.....rosca sem-fim
- 2-) diâmetro mínimo de giro...12,80 m

d.8-) Capacidades e pesos

- 1-) capacidade da caçamba.....1.840 l
- 2-) peso em ordem de marcha.....1.850 kg
- 3-) capacidade de carga.....545 kg

e-) Características da pick-up modelo F-1000 (FORD)

e.1-) Motor

- 1-) número de cilindros.....4
- 2-) cilindrada.....3.922 cm³
- 3-) potência máxima.....83,0 CV a 3000 rpm
- 4-) torque máximo.....25,3mkgf a 1600 rpm
- 5-) combustível.....diesel

e.2-) Transmissão

- 1-) número de marchas `a frente.....4
- 2-) relações de transmissão da caixa de câmbio:
- 3-) 1ª marcha.....4,22:1
- 2ª marcha.....2,36:1
- 3ª marcha.....1,47:1
- 4ª marcha.....1,00:1
- marcha à ré.....3,99:1
- 3-) relação do diferencial...3,54:1

e.3-) Suspensão

- 1-) dianteira: independente, com sistema de barras duplas, molas helicoidais e amortecedores telescópicos hidráulicos de dupla ação.
- 2-) traseira: eixo rígido com feixe de molas semi-elípticas e amortecedores hidráulicos telescópicos de dupla ação.

e.4-) Freios

- 1-) de serviço: a disco ventilado nas rodas dianteiras, e a tambor nas traseiras, com válvula equalizadora e servo-freio.
- 2-) de estacionamento: mecânico, sobre as rodas traseiras.

e.5-) dimensões externas

- 1-) comprimento total.....4.856 mm
- 2-) largura.....2.029 mm
- 3-) altura.....1.824 mm
- 4-) distância entre eixos.....2.916 mm
- 5-) bitola dianteira.....1.636 mm
- 6-) bitola traseira.....1.613 mm
- 7-) distância mínima do solo.....190 mm

e.6-) Rodas e pneus

- 1-) rodas.....aço estampado 6,0 X 16
- 2-) pneus.....7,00 X 16

e.7-) Direção

- 1-) tipo.....rosca sem-fim
- 2-) diâmetro mínimo de giro..13,80 m

e.8-) Capacidades e pesos

- 1-) capacidade da caçamba.....1.655 l
- 2-) capacidade de carga.....1.005 kg
- 3-) peso em ordem de marcha.....2.045 kg

f-) Características da pick-up modelo F-1000A (FORD)

f.1-) Motor

- 1-) número de cilindros....6
- 2-) cilindrada.....3.620 cm³
- 3-) potência máxima.....111,5 CV a 3800 rpm
- 4-) torque máximo.....25,9mkgf a 1600 rpm
- 5-) combustível-.....álcool hidratado

f.2-) Transmissão

- 1-) número de marchas à frente....4
- 2-) relações de transmissão da caixa de câmbio:
 - 1ª marcha.....4,22:1
 - 2ª marcha.....2,36:1
 - 3ª marcha.....1,47:1
 - 4ª marcha.....1,00:1
 - marcha à ré.....3,99:1
- 3-) relação do diferencial.....3,54:1

f.3-) Suspensão

- 1-) dianteira: dois eixos independentes, sistema de barras duplas com molas helicoidais e amortecedores telescópicos hidráulicos de dupla ação.
- 2-) traseira: eixo rígido com feixe de molas semi-elípticas e amortecedores hidráulicos telescópicos de dupla ação.

f.4-) Freios

- 1-) de serviço: a disco ventilado nas rodas dianteiras, e a tambor nas traseiras, com válvula equalizadora e servo-freio.
- 2-) de estacionamento: mecânico, sobre as rodas traseiras.

f.5-) Dimensões externas

- 1-) comprimento total.....4.856 mm
- 2-) largura.....2.029 mm
- 3-) altura.....1.824 mm
- 4-) distância entre eixos.....2.916 mm
- 5-) bitola dianteira.....1.636 mm
- 6-) bitola traseira.....1.613 mm
- 7-) distância mínima do solo.....190 mm

f.6-) Rodas e pneus

- 1-) rodas.....6,0 X 16
- 2-) pneus.....215/80 R-16

f.7-) Direção

- 1-) tipo.....rosca sem-fim
- 2-) diâmetro mínimo de giro.....13,80 m

f.8-) Capacidades e pesos

- 1-) capacidade de caçamba.....1.655 l
- 2-) peso em ordem de marcha.....1.779 kg
- 3-) peso total admissível.....2.765 kg

1.3 SÍNTESE DAS POSSÍVEIS SOLUÇÕES

1.3.1 SOLUÇÃO A : CAIXA DE TRANSFERÊNCIA CONVENCIONAL E EIXO DIANTEIRO DO TIPO RÍGIDO

Neste caso, uma caixa de transferência seria colocada logo atrás da caixa de câmbio com a tomada de potência feita por cardã, transferindo a também por meio de cardãs para os diferenciais dos eixos dianteiros e traseiro (fig. 1-2).

A caixa de transferência teria duas relações de velocidades, com possibilidade de engate e desengate da tração no eixo dianteiro, como podemos ver na representação esquemática (fig. 1-3).

O eixo dianteiro será do tipo rígido com diferencial, e a suspensão por feixe de molas semi-elípticas (fig. 1-4).

1.3.2 SOLUÇÃO B : CAIXA DE TRANSFERÊNCIA CONVENCIONAL E EIXO DIANTEIRO COM SUSPENSÃO INDEPENDENTE

Utilizando a mesma caixa de transferência da SOLUÇÃO A , (fig. 1-3), será feita a transformação do veículo de 4X2 em 4X4. Esta solução diferirá da anterior, somente na concepção do eixo dianteiro, que terá suspensão independente. (fig. 1-5).

A suspensão dianteira seria do tipo braço longo e curto , semelhante aos das pick-ups da GMB, porém, as molas helicoidais estarão apoiadas no braço superior (fig. 1-6).

1.3.3 SOLUÇÃO C : CAIXA DE TRANSFERÊNCIA COM DIFERENCIAL INTERMEDIÁRIO DE SATÉLITES CÔNICOS E EIXO DIANTEIRO DO TIPO RÍGIDO

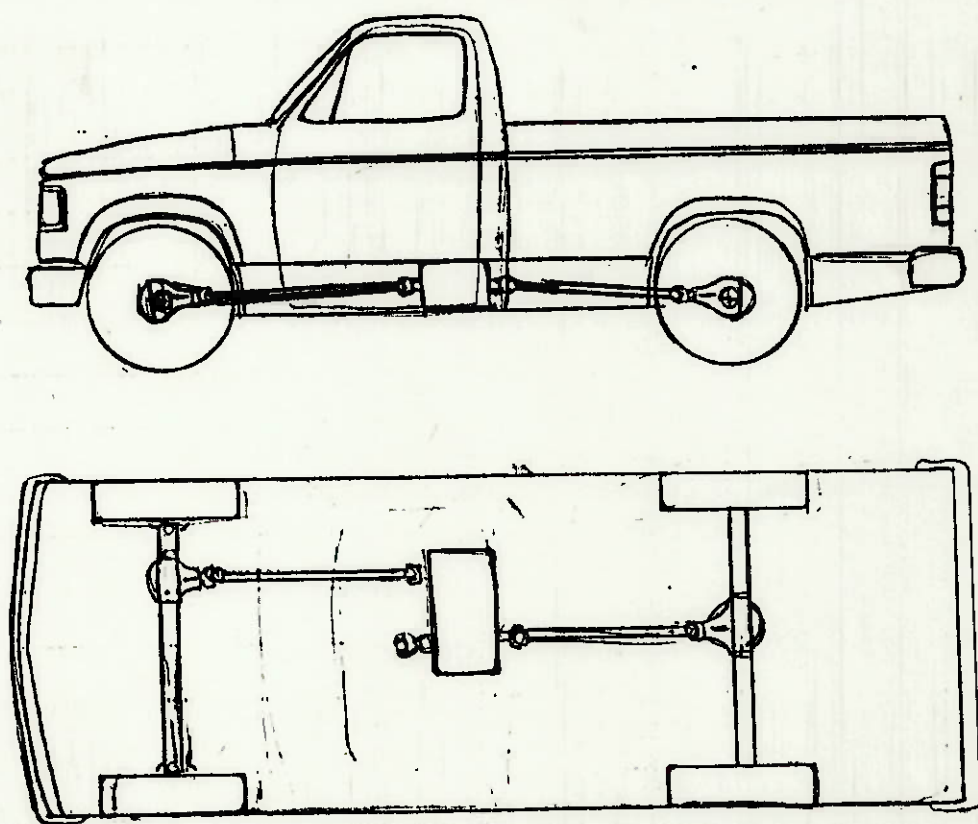


fig. 1-2 : Disposição esquemática dos componentes
do sistema de tração 4X4

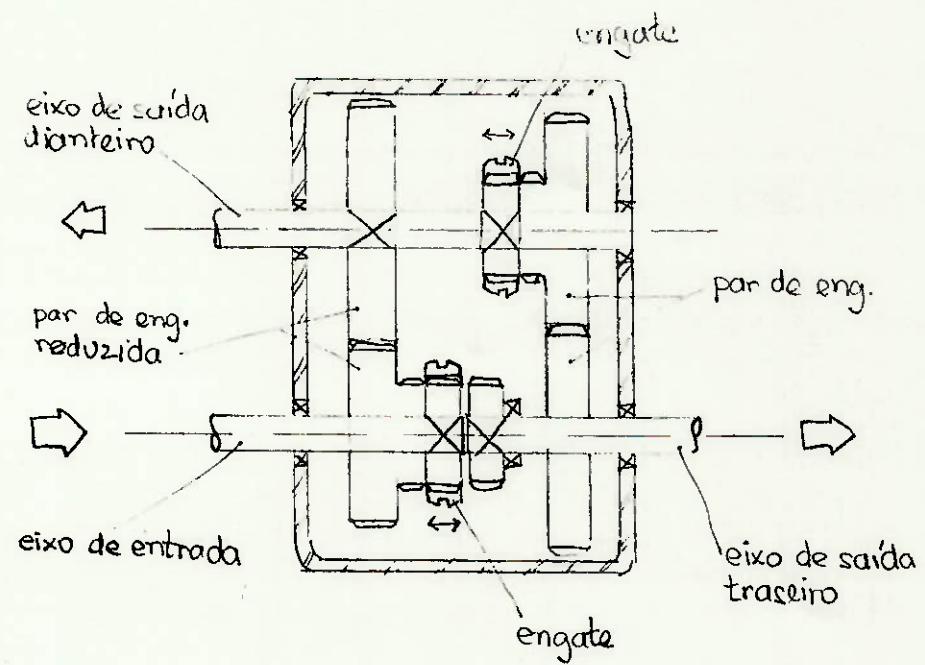


fig. I-3 : caixa de transferência convencional

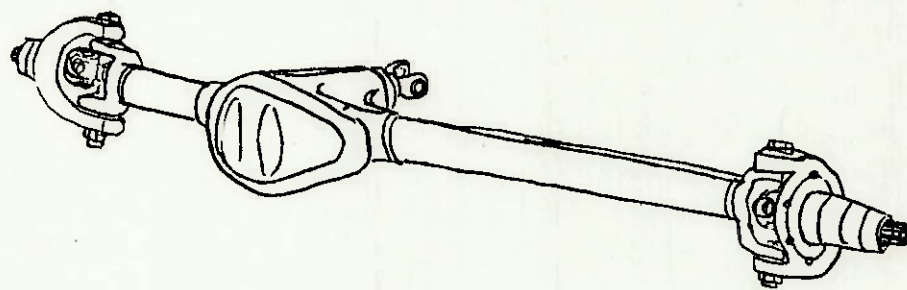


fig. I-4 : eixo dianteiro tipo rígido

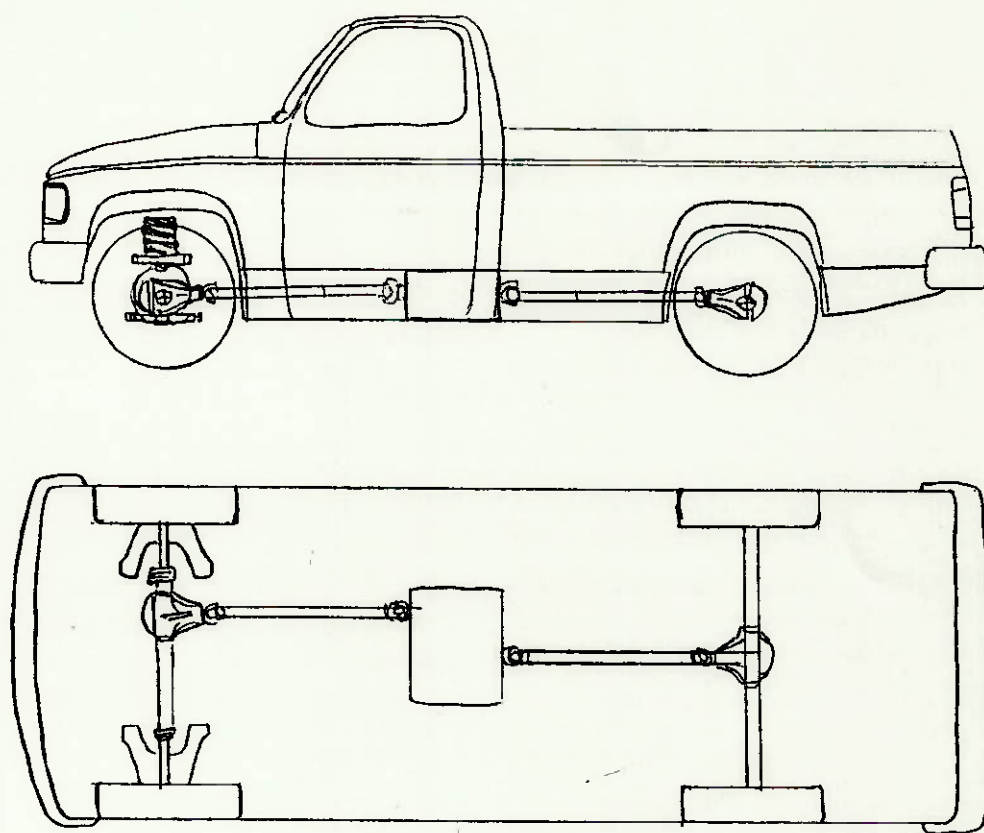


fig. I.5 : Representação esquemática do sistema de tração 4x4 com suspensão dianteira independente.

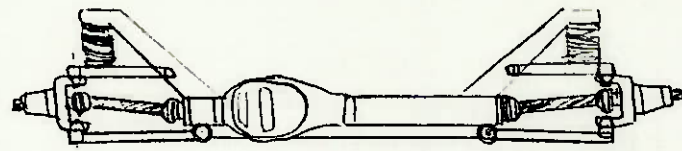


fig. I-6 : esquema de eixo dianteiro motriz
com suspensão independente

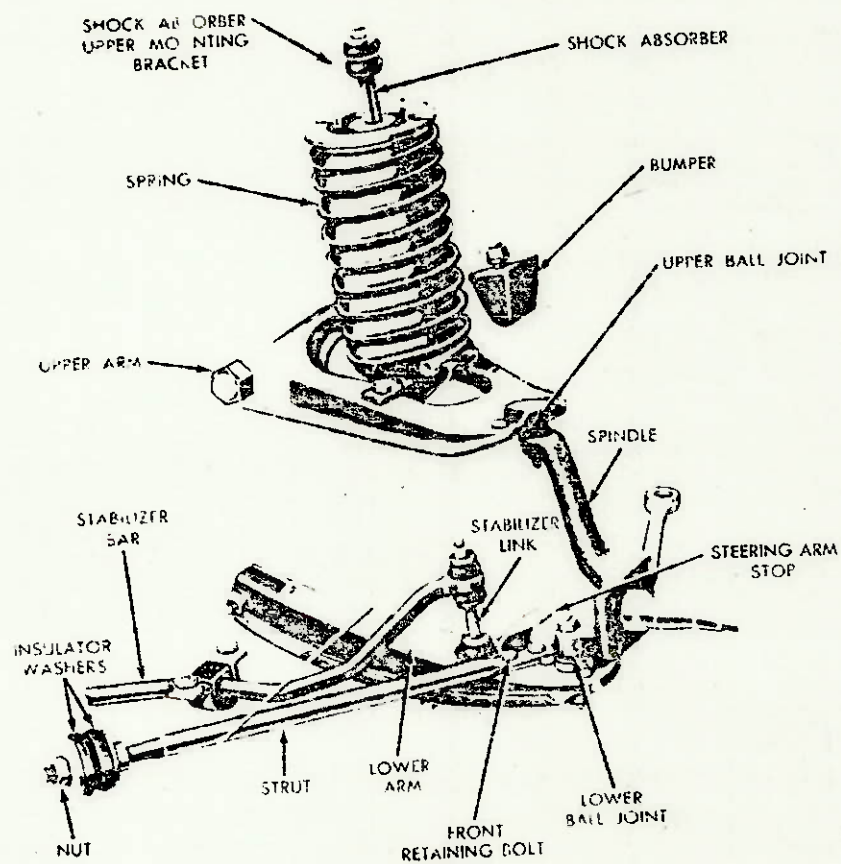


fig. I-6.b. detalhe da suspensão

Nesta solução, a distribuição esquemática dos principais componentes será equivalente ao da SOLUÇÃO A (fig. 1-2),

A caixa de transferência possuirá um diferencial com satélites cônicos de modo a permitir rotações diferentes dos eixos dianteiro e traseiro, eliminando o arrastamento dos pneus sobre o piso (fig. 1-7).

Este arrastamento dos pneus sobre o solo ocorre em todos os veículos 4X4, que não possuem um terceiro diferencial ou algum dispositivo, que permita diferentes rotações nos eixos dianteiro e traseiro no mesmo instante, pois, quando se faz uma curva a rotação média das duas rodas dianteiras é maior que a rotação média das duas rodas traseiras (fig. 1-8).

Como na solução anterior, a caixa de transferência duas relações de transmissão: uma direta e outra reduzida, com possibilidade de engate e desengate da tração dianteira.

Também será possível o bloqueio do diferencial intermediário, permitindo um funcionamento equivalente à caixa de transferência das soluções anteriores.

O eixo dianteiro será do tipo rígido, igual ao da SOLUÇÃO A, mostrado na fig. 1-4.

1.3.4 SOLUÇÃO D : CAIXA DE TRANSFERÊNCIA COM DIFERENCIAL INTERMEDIÁRIO DE SATÉLITES CÔNICOS E SUSPENSÃO DIANTEIRA INDEPENDENTE

Neste caso, para a transformação da pick-up de 4X2 em 4X4, será utilizada uma caixa de transferência de concepção igual ao da SOLUÇÃO C, fig. 1-7.

A suspensão dianteira será do tipo independente, com bra-

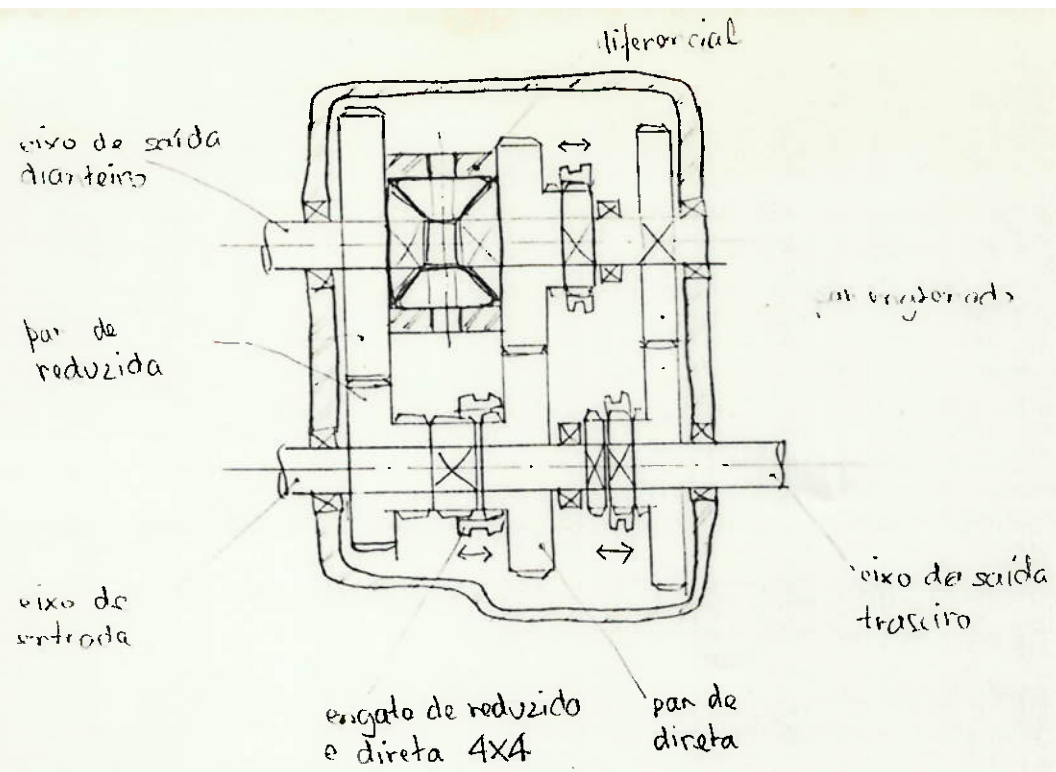


fig. I-7 : caixa de transferência com diferencial de subôlites e pinhões cônicos

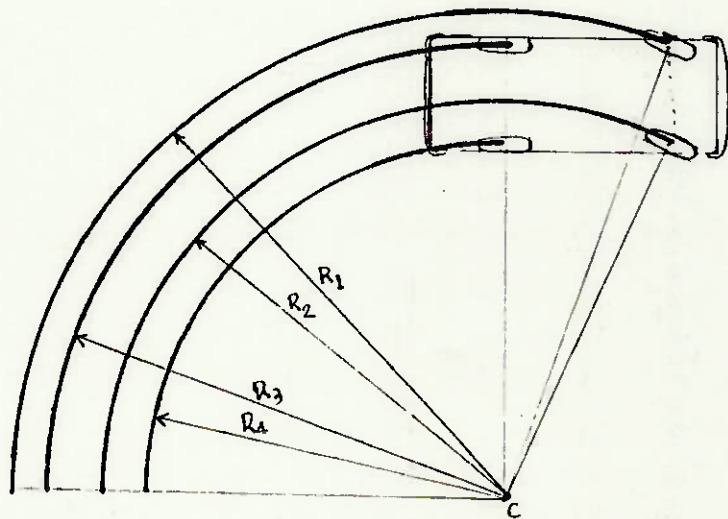


fig. I-8 : diferença do percurso das rodas em curva

ço longo e curto, com molas helicoidais (fig. 1-6).

1.3.5 SOLUÇÃO E : CAIXA DE TRANSFERÊNCIA COM DIFERENCIAL DE ENGRENAGENS CILÍNDRICAS E EIXO DIANTEIRO DO TIPO RÍGIDO

Nesta solução, será feita a modificação do veículo em 4X4, utilizando-se uma caixa de transferência com diferencial de engrenagens cilíndricas. Este diferencial possibilitará velocidades diferentes no eixo dianteiro e no eixo traseiro, num mesmo instante. Também será possível ter torque no eixo dianteiro diferente do torque no eixo traseiro, dependendo da concepção do projeto do diferencial. No diferencial de satélites e pinhões cônicos das soluções C e D, a divisão de torque seria de 50% na frente e 50% atrás.

Também será possível o travamento do diferencial intermediário, assim como o engate e desengate de tração no eixo dianteiro (fig. 1-9).

O eixo dianteiro será do tipo rígido com feixe de molas semi-elípticas (fig. 1-4).

1.3.6 SOLUÇÃO F : CAIXA DE TRANSFERÊNCIA COM DIFERENCIAL DE ENGRENAGENS CILÍNDRICAS E EIXO DIANTEIRO COM SUSPENSÃO INDEPENDENTE

Neste caso, teremos a transformação do veículo com o uso de uma caixa de transferência de igual concepção da descrita na SOLUÇÃO E, fig. 1-9.

Quanto ao eixo dianteiro, seguirá o modelo apresentado

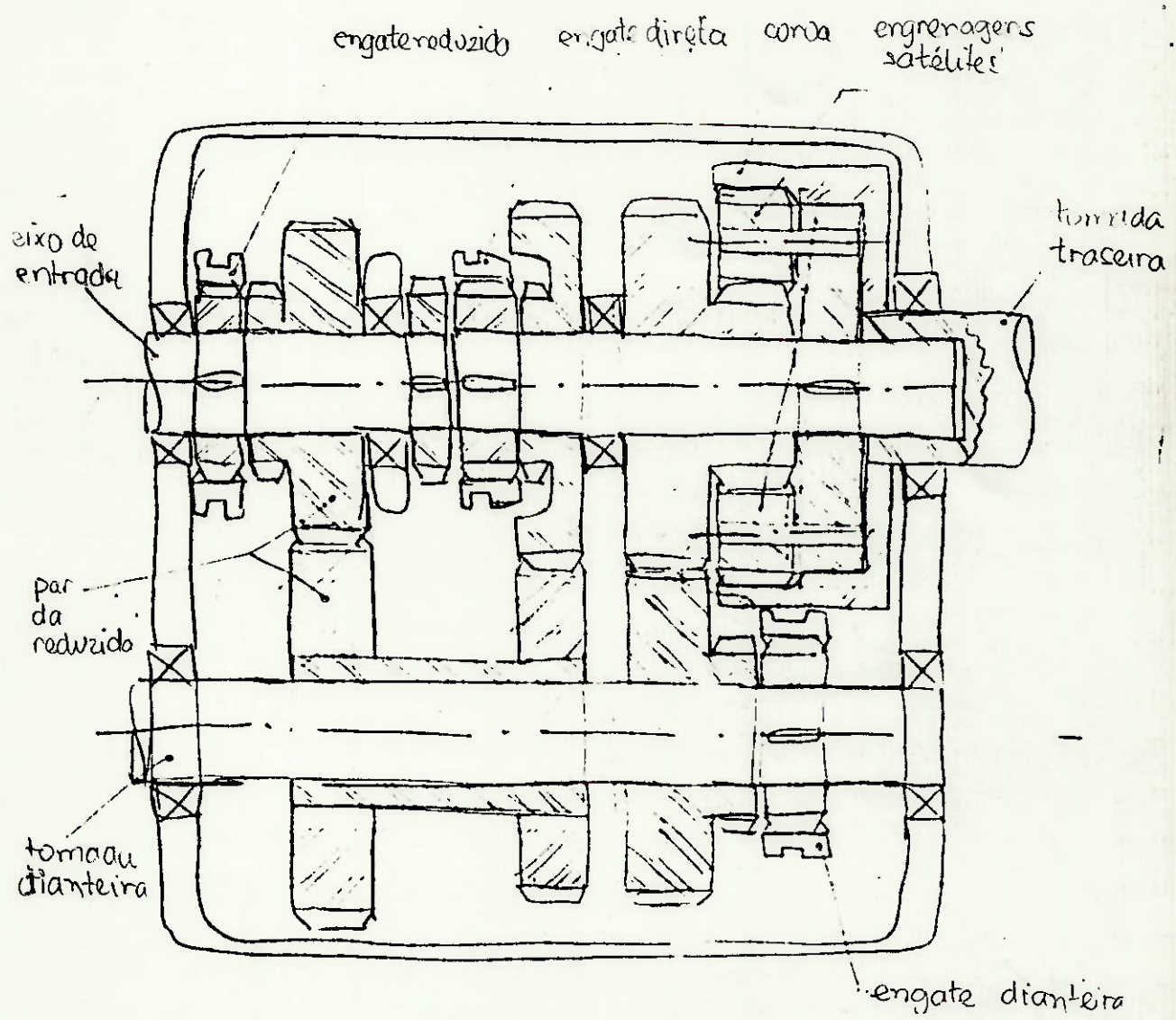


fig. 1-9: Caixa de transferência com diferencial
tipo epicíclico

na SOLUÇÃO B, fig. I-6.

I.3.7 SOLUÇÃO G : CAIXA DE TRANSFERÊNCIA COM DIFERENCIAL DE ROSCAS SEM-FIM E COROA, E EIXO DIANTEIRO DO TIPO RÍGIDO

Para esta solução, será utilizada uma caixa de transferência com duas relações de velocidades: uma direta e outra reduzida. Nesta caixa ainda teremos um diferencial de rosca sem-fim e coroa (fig. I-10).

A divisão de torque entre os eixos dianteiro e traseiro será de 50% para a dianteira e 50% para a traseira.

Como nas outras soluções, teremos a possibilidade de engate e desengate da tração no eixo dianteiro, transferindo potência somente para o eixo traseiro, com relação de transmissão direta.

O eixo dianteiro será do tipo rígido, com feixe de molas semi-elípticas, como descrito na solução A, fig. I-4.

I.3.8 SOLUÇÃO H : CAIXA DE TRANSFERÊNCIA COM DIFERENCIAL DE ROSCAS SEM-FIM E COROA E EIXO DIANTEIRO DO TIPO INDEPENDENTE

Nesta solução, a caixa de transferência terá a mesma concepção da descrita na SOLUÇÃO G, fig. I-10.

A suspensão independente do eixo dianteiro será igual ao da SOLUÇÃO B, mostrado na fig. I-6.

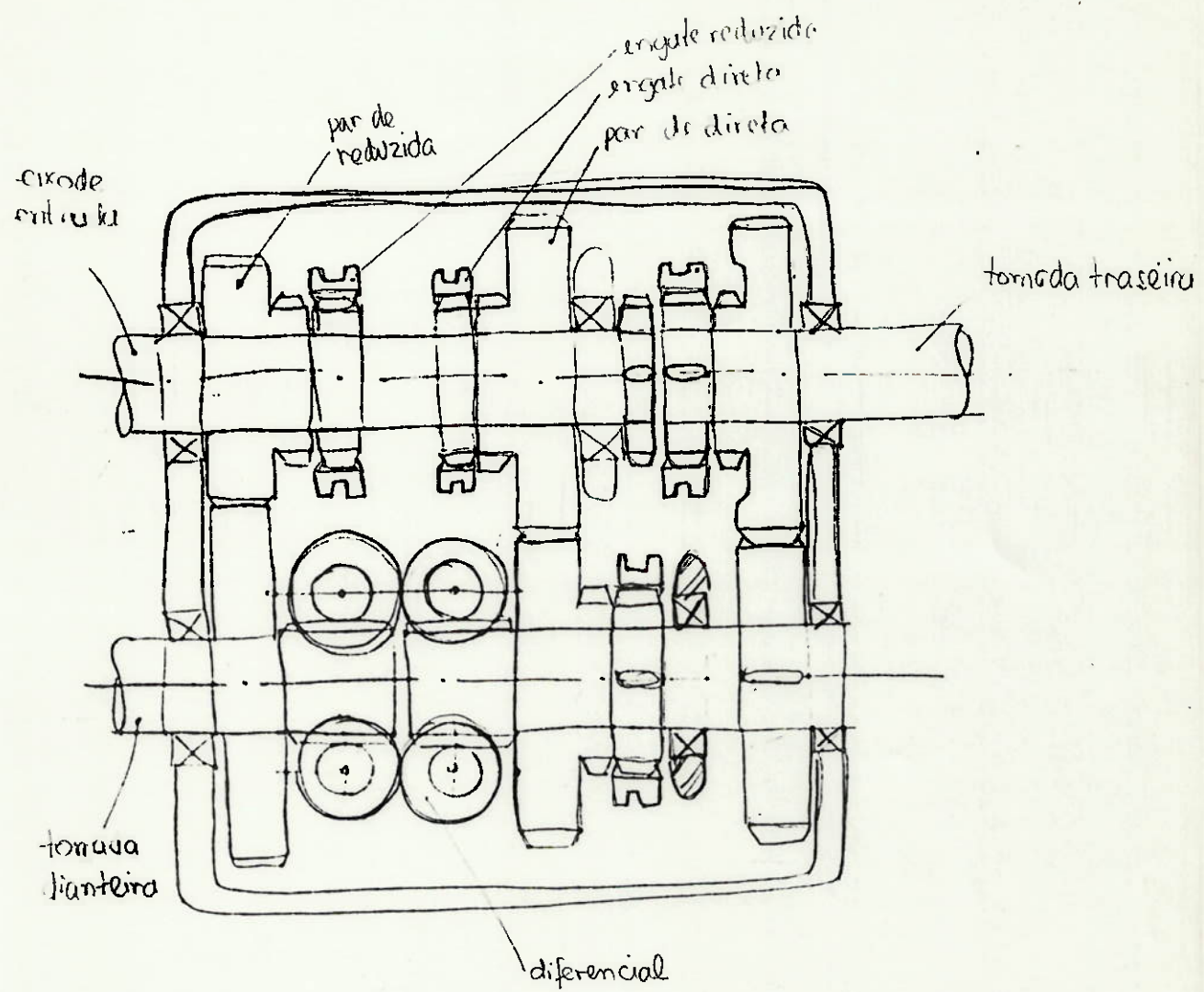


fig. 1-10: caixa de transferência com diferencial
de rosca-sem-fim/corona

I.4 EXEQUIBILIDADE FÍSICA

I.4.1 CAIXAS DE TRANSFERÊNCIA

a-) Soluções A e B :

A caixa de transferência nestas duas soluções será constituída de uma carcaça fundida, e, internamente, teremos um eixo, os eixos de saída e um eixo intermediário, pares de engrenagens cilíndricas, sendo que algumas possuirão dentes para acoplamento através da utilização de anéis de engate (fig. 1-3).

Os principais processos envolvidos na fabricação serão fundição e usinagem.

b-) Soluções C e D :

Nestas soluções a caixa de transferência possuirá uma carcaça fundida, dentro da qual teremos o eixo de entrada, os eixos de saída dianteiro e traseiro e um eixo intermediário. Além de três pares de engrenagens cilíndricas temos os pinhões e satélites do diferencial (fig. 1-7).

Para a obtenção dos componentes desta caixa serão utilizados os processos de fundição e usinagens.

c-) Soluções E e F :

Neste caso temos uma caixa de transferência com carcaça fundida, um eixo de entrada, dois eixos de saída, e um eixo intermediário (fig. 1-9). Teremos ainda três pares de engrenagens cilíndricas, e um diferencial

do tipo epicicloidal com planetários cilíndricos.

Algumas das engrenagens terão dentes para travamento com anéis de engate.

Os principais processos utilizados para a manufatura desta caixa de transferência serão fundição e usinagens.

d-) Soluções G e H :

A caixa de transferência destas soluções será composta de uma carcaça fundida, eixos de entrada e saída e mais um intermediário, como podemos ver na fig. I-10.

Teremos também, três pares de engrenagens cilíndricas e um diferencial constituído de quatro engrenagens tipo rosca sem-fim e pinhões em forma de coroa. Cada par de roscas sem-fim estarão sincronizados por dois pares de engrenagens cilíndricas,

Como nas soluções anteriores, os principais processos de fabricação para a obtenção da caixa de transferência serão fundição e usinagem.

1.4.2 EIXOS DIANTEIROS

a-) Soluções A, C, E e G :

O eixo dianteiro destas soluções será do tipo rígido, com suspensão de feixe de molas semi-elípticas , (fig. I-4).

O eixo consistirá, basicamente, de um diferencial, tubos mecânicos com munhões nas extremidades, permitindo a articulação das pontas dos eixos para direcional -

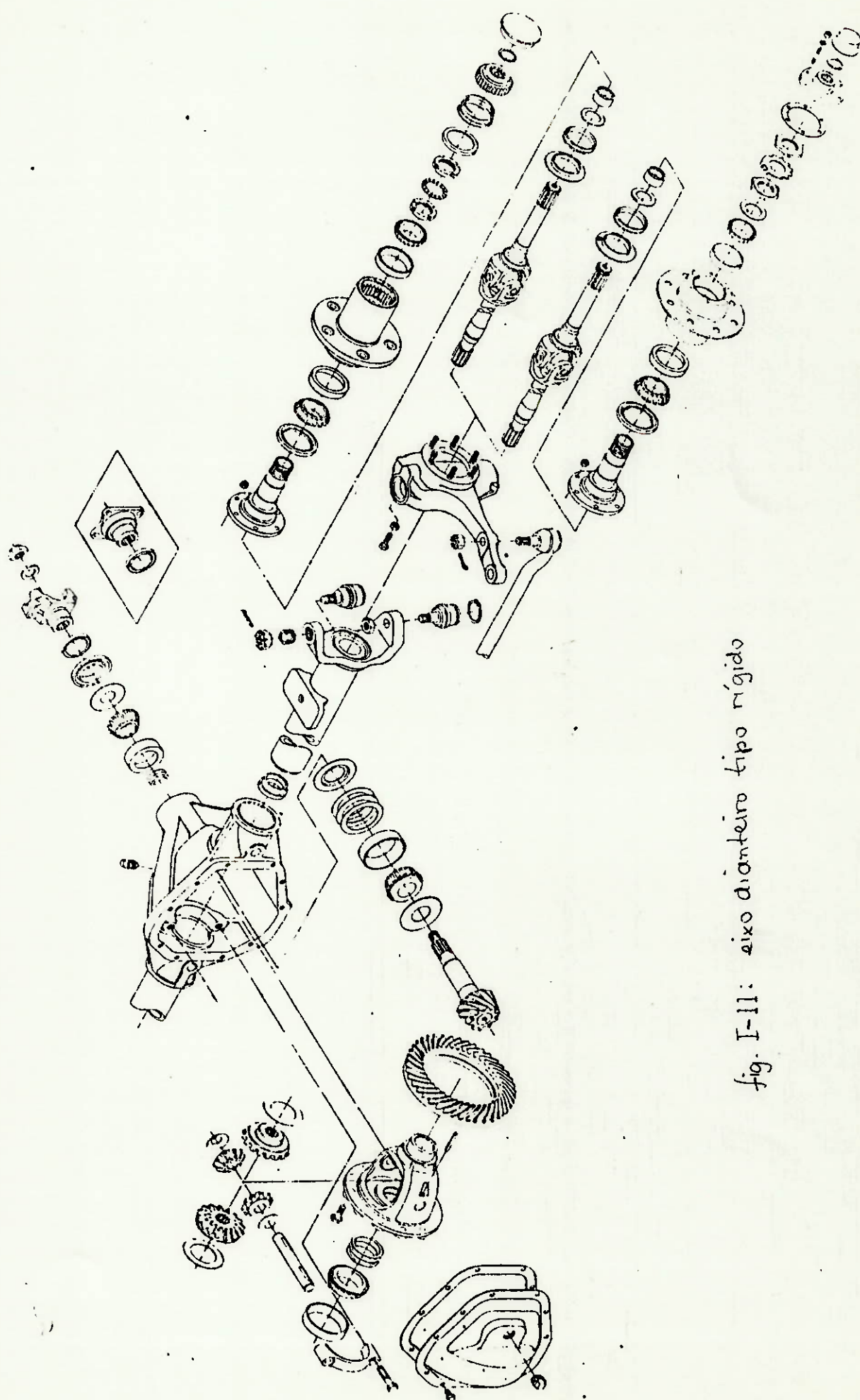


fig. I-11: eixo dianteiro tipo rígido

1.5 VALOR ECONÔMICO

Tomando por base uma empresa que possui atuação na transformação de pick-ups de tração 4X2 em 4X4, será feita a análise do valor econômico das soluções apresentadas.

Esta empresa faz as transformações das pick-ups FORD e GMB com a adição de uma caixa de transferência convencional e substituição do eixo dianteiro, colocando um eixo motriz do tipo rígido e suspensão com feixe de molas semi-elípticas. Atualmente esta transformação está custando ao consumidor cerca de 826 DTNs

a-) Solução A

- 1-) Custos variáveis : custos diretamente vinculados com a produção do produto (mão-de-obra, material, e custos de manufatura variáveis)

-caixa de transferência (estimativa):

2 pares de engrenagens.....	20 OTN
eixos usinados.....	5 OTN
demais componentes.....	50 OTN
-eixo dianteiro com diferencial.....	100 OTN
-outros.....	130 OTN
-total.....	303 OTN

- 2-) Custos cíclicos de capital : custos cíclicos de vida útil (custos de ferramental e instalações). O ciclo do produto está planejado para 5 anos, com uma FPV de 1420 por ano.

-custo cíclico de vida útil.....	100.000 OTN
vida.....	5 anos
-custos cíclicos anuais.....	20.000 OTN
FPV.....	1420 unid./ano
-custo cíclico unitário.....	14 OTN/unid.

3-) Lucro econômico

Estabelecendo o preço de venda por unidade de 400 OTN, teremos:

-receita líquida.....400 OTN
 -custo variável líquido.....305 OTN
 -lucro econômico..... 95 OTN

4-) Projeção de lucro anual

O gasto anual fixo (comercial e administrativo) alocado par este programa será estimado em 40.000 OTN.

O fluxo de caixa (diferença entre receita e despesa), lucros anuais estão tabelados para cada quantidade:

	FPV	Indicadora	CPV
-lucro esperado / unidade.....	95	95	95
quantidade.....	1420	1770	2120
-lucro esperado bruto.....	134.900	168.150	201.400
-gasto fixo.....	40.000	40.000	40.000
-fluxo de caixa.....	94.900	128.150	161.400
-custo cíclico anual.....	20.000	20.000	20.000
-lucro líquido.....	74.900	108.150	141.400
-média / unidade.....	53	61	67

5-) Tempo de retorno do investimento

-custo cíclicos (vida).....	100.000	
-fluxo de caixa.....	94.900	
	$\frac{100.000}{94.900} =$	1,0 ano na FPV
	$\frac{100.000}{128.150} =$	0,7 anos na quant. indicadora

6-) Quantidade mínima (breakeven rate)

-custos fixos.....	40.000	
-custo cíclico anual.....	20.000	
-total.....	60.000	
-lucro econômico unitário.....	95	= 632 unid.
		= 44,5% de FPV

7-) Lucro econômico como porcentagem de vendas

-receita unitária.....	400	400	400
quantidade.....	1420	1770	2120
-vendas brutas.....	568.000	708.000	848.000
-lucro líquido.....	74.900	108.900	141.400
-vendas brutas.....	568.000	708.000	848.000
- %.....	13,2	15,3	16,7

1-) Custos variáveis

B	C	D	E	F	G	H
400	330	430	310	410	500	600

2-) custos cíclicos de capital

-custo cíclico de vida útil (5 anos)

200.000	150.000	250.000	150.000	250.000	200.000	300.000
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

-custo cíclico anual

40.000	30.000	50.000	30.000	50.000	40.000	60.000
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

-custo cíclico unitário (p/ FPV de 1420)

28	21	35	21	35	28	42
----	----	----	----	----	----	----

3-) Lucro econômico

-receita líquida

580	480	600	450	600	700	800
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

-custo variável líquido

400	330	430	310	410	500	600
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

-lucro econômico

180	150	170	140	190	200	200
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

4-) Projeção de lucro anual

4.1-) Na PPV (1420 unid./ano)

-lucro por unidade

180	150	170	140	190	200	200
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

-lucro bruto

255.600	213.000	241.400	198.800	269.800	284.000	284.000
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

-gasto fixo

40.000	50.000	60.000	50.000	60.000	60.000	70.000
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

-fluxo de caixa

215.600	163.000	181.400	148.800	209.800	224.000	214.000
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

B	C	D	E	F	G	H
-custo cíclico anual						
40.000	30.000	50.000	30.000	50.000	40.000	60.000
-lucro líquido						
175.600	133.000	131.400	118.800	159.800	184.000	154.000
-média / unidade						
123	93	92	83	112	129	108

4.2-) Na quantidade indicadora (1770 unid./ano)

-lucro por unidade						
180	150	170	140	190	200	200
-lucro bruto						
318.600	265.500	300.900	247.800	336.300	354.000	354.000
-gasto fixo						
40.000	50.000	60.000	50.000	60.000	60.000	70.000
-fluxo de caixa						
278.600	215.500	240.900	197.800	276.300	294.000	284.000
-custo cíclico anual						
40.000	30.000	50.000	30.000	50.000	40.000	60.000
-lucro líquido						
238.600	185.500	190.900	167.800	226.300	254.000	224.000
-média / unidade						
135	105	108	95	128	143	126

4.3-) Na CPV (2120 unid./ano)

-lucro por unidade						
180	150	170	140	190	200	200
-lucro bruto						
381.600	318.000	360.400	296.800	402.800	424.000	424.000

-gasto fixo

40.000	50.000	60.000	50.000	60.000	60.000	70.000
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

-fluxo de caixa

341.600	268.000	300.400	246.800	342.800	364.000	354.000
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

-custo cíclico anual

40.000	30.000	50.000	30.000	50.000	40.000	60.000
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

-lucro líquido

301.600	238.000	250.400	216.800	292.800	324.000	294.000
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

-média / unidade

142	112	118	102	190	153	139
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

5-) Tempo de retorno do investimento

-custos cíclicos (vida)

200.000	150.000	250.000	150.000	250.000	200.000	300.000
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

-fluxo de caixa (na FPV)

215.600	163.000	181.400	148.800	269.800	224.000	214.000
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

-anos (na FPV)

0,9	0,9	1,4	1,0	0,9	0,9	1,4
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

6-) Quantidade mínima

-custos fixos

40.000	50.000	60.000	50.000	60.000	60.000	70.000
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

-custo cíclico anual

40.000	30.000	50.000	30.000	50.000	40.000	60.000
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

-total

80.000	80.000	110.000	80.000	110.000	100.000	130.000
--------	--------	---------	--------	---------	---------	---------

-lucro econômico unitário

180	150	170	140	190	200	200
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

-quantidade mínima

444	533	647	571	578	500	650
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

-% da FPV

B	C	D	E	F	G	H
31,3	37,5	45,6	40,2	40,7	35,2	45,8

7-) Lucro como porcentagem de vendas

7.1-) Na FPV (1420 unid./ano)

-receita unitária

580	480	600	450	600	700	800
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

-vendas brutas

823.000	681.600	852.000	639.000	852.000	994.000	1.136.000
---------	---------	---------	---------	---------	---------	-----------

-lucro líquido

175.600	133.000	131.400	118.800	159.800	184.000	154.000
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

- %

21,3	19,5	15,4	18,6	18,8	18,5	13,6
------	------	------	------	------	------	------

7.2-) Na quantidade indicadora (1770 unid./ano)

receita unitária

580	480	600	450	600	700	800
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

-vendas brutas

1.026.600	849.600	1.062.000	796.500	1.062.000	1.239.000	1.416.000
-----------	---------	-----------	---------	-----------	-----------	-----------

-lucro líquido

238.600	185.500	190.900	167.800	226.300	254.000	224.000
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

- %

23,2	21,8	17,9	21,1	21,3	20,5	15,8
------	------	------	------	------	------	------

7.3-) Na CPV (2120 unid./ano)

-receita unitária

580	480	600	450	600	700	800
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

-vendas brutas

1.229.600	1.017.600	1.272.000	954.000	1.272.000	1.484.000	1.696.000
-----------	-----------	-----------	---------	-----------	-----------	-----------

-lucro líquido

B	C	D	E	F	G	H
301.600	238.000	250.400	216.800	292.800	324.000	294.000
- %						
24,5	23,3	19,7	22,7	23,0	21,8	17,3

1.6 VIABILIDADE FINANCEIRA

Como a empresa de referência já faz a transformação de pick-ups, de 4X2 em 4X4, com utilização de caixas de transferência de fabricação própria; faremos a análise financeira considerando seus recursos de manufatura.

Com relação aos equipamentos e máquinas de produção, a fábrica tem disponibilidade para a manufatura dos principais componentes.

portanto, para efetivação da produção não são previstos investimentos de grande porte na atual estrutura fabril da empresa.

Com relação aos diferenciais do eixo do eixo dianteiro, estes certamente serão adquiridos de empresas especializadas.

Nas soluções D e E, nasquais são utilizados diferenciais com pinhões e satélites cônicos, a empresa poderá adquirir ferramental para a fabricação destes tipos de engrenagens, o que implicaria em grandes investimentos, ou poderá comprar estas peças de fornecedores especializados.

No caso de engrenagens tipo parafuso, a empresa não possui máquinas para a produção destas engrenagens, portanto será necessário um investimento bastante alto se decidirmos pela fabricação própria. Optando pela compra destas peças de fornecedores, o investimento necessário será menor.

Portanto, no caso das soluções A, B, E e F teremos investimentos menores que os requeridos pelas soluções C, D, G e H; pois enquanto nas primeiras é possível a produção com utilização da atual estrutura fabril, nas restantes existe a hipótese da necessidade de investimentos em máquinas especiais.

II PROJETO BÁSICO

II.1 APRESENTAÇÃO

A partir desta fase, faremos a escolha da melhor solução a partir de critérios por nós adotados, de modo que o sistema de tração 4X4 adotado atenda as necessidades anteriormente estabelecidas.

Tendo a melhor solução, será feita uma modelagem matemática, para que, com simplificações e otimizações, cheguemos a uma solução com características adequadas de modo a atender às exigências do consumidor e da empresa da melhor maneira.

II.2 ESCOLHA DA MELHOR SOLUÇÃO

II.2.1 ESCOLHA E SEUS CRITÉRIOS

Para a definição da melhor solução, fizemos o levantamento das principais características que o sistema de tração 4X4 deveria apresentar.

Foram, também, estabelecidos o grau de importância de cada uma dessas características, tanto do ponto de vista do fabricante como do consumidor.

A análise, conjugando todas as características e respectivos graus de importância, resulta na indicação da melhor entre as soluções propostas.

II.2.2 MATRIZ DE DECISÃO

Na tabela II-1, temos as características com seu corres -

pondente grau de importância (peso) e notas referentes a cada uma das soluções.

Característica	Peso	Notas das soluções							
		A	B	C	D	E	F	G	H
1-) capacidade de utilização da tração total em diversos tipos de solos e pavimentos	10	6	7	7	8	8	9	8	9
2-) conforto decorrente da adequação da suspensão no terreno	8	6	9	6	9	6	9	6	9
3-) nível de modificação para instalação do sistema de tração	7	7	7	8	7	8	7	8	7
4-) peso acrescentado	9	8	7	7	6	7	6	7	6
5-) custo de fabricação	8	9	8	8	7	8	7	7	6
6-) nível de reaproveitamento de componentes originais	6	3	5	3	5	3	5	3	5
total considerando pesos		326	348	319	341	329	351	321	343

tabela II-1

Pela análise dos resultados da matriz de decisão, a solução que será adotada como a melhor é a solução F, descrita no item 1.3.6.

II.2.3 SOLUÇÃO ADOPTADA

Como pudemos observar, a partir de critérios por nós estabelecidos, o sistema de tração 4X4 mais adequado foi a solução F.

Este sistema consiste de uma caixa de transferência (ver fig. I-9) com um diferencial intermediário que além de possibilitar a diferenciação das velocidades dos eixos dianteiro e traseiro, necessário para possibilitar curvas e manobras sem arrastamento dos pneus, permite a distribuição em proporções pré-estabelecidas (depende dos diâmetros das engrenagens do diferencial) entre os eixos dianteiro e traseiro.

Em casos críticos, a caixa terá o dispositivo de bloqueio do diferencial intermediário, de modo a garantir melhor transferência do torque do motor às quatro rodas.

Para condições favoráveis do pavimento, poderá ser feito o desengate da tração do eixo dianteiro, tornando o veículo semelhante a um de tração traseira, visando um menor desgaste de parte dos componentes do sistema de tração.

O eixo dianteiro será do tipo independente, com suspensão composta de braços longo e curto, molas helicoidais e amortecedores telescópicos hidráulicos.(fig. I-6).

II.3 MODELAGEM MATEMÁTICA

Para o melhor aproveitamento do estudo do projeto, faremos uma apreciação matemática da solução escolhida como a melhor.

Assim, tentaremos apresentar de uma forma mais palpável de como será o sistema de tração adotado.

Como na solução adotada, temos um diferencial intermediário que divide o torque recebido do motor em proporções pré-estabelecidas, inicialmente, faremos a análise das forças trativas nas rodas (dianteiras e traseiras) de um veículo.

Essa análise será feita com auxílio de conceitos como: distribuição de peso estático, distribuição de peso dinâmico, aceleração máxima, rampa máxima.

Posteriormente teremos as principais relações do diferencial intermediário, que fará a divisão do torque entre os eixos dianteiro e traseiro.

II.3.1 DISTRIBUIÇÃO DE PESO ESTÁTICO

Considerando um veículo estacionário em pavimento plano horizontal, o seu peso se distribui entre as rodas dianteiras e traseiras, caracterizando a distribuição de peso estático.

Pela fig.11-1, temos:

$$W_f = (L_r/L).W$$

$$W_r = (L_f/L).W$$

onde: W - peso do veículo

W_f - peso no eixo dianteiro

W_r - peso no eixo traseiro

L - distância entre eixos

L_f - distância horizontal entre o CG e o eixo dianteiro

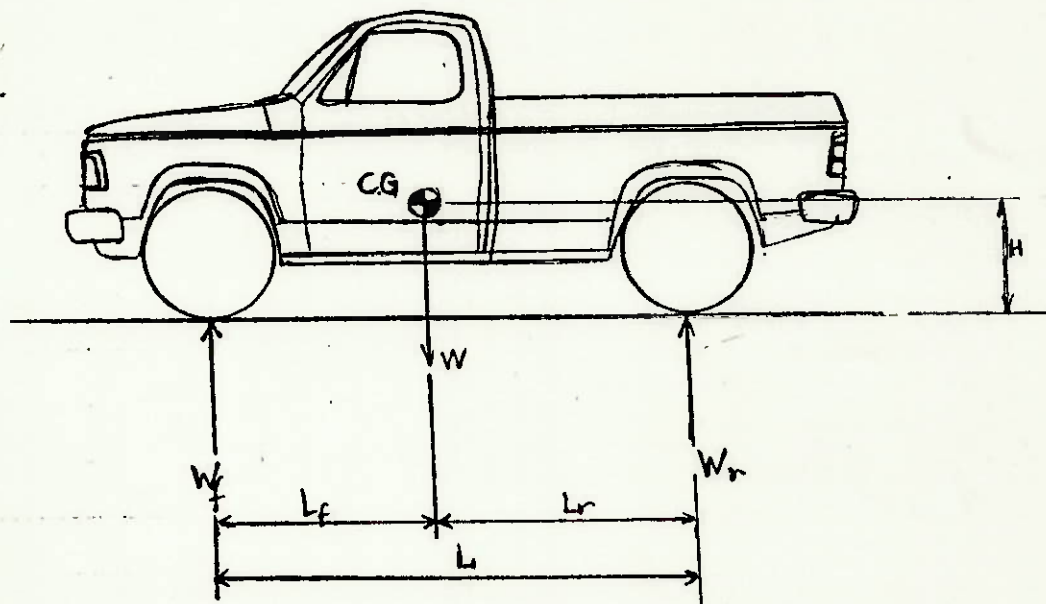


fig. II-1: distribuição de peso estático

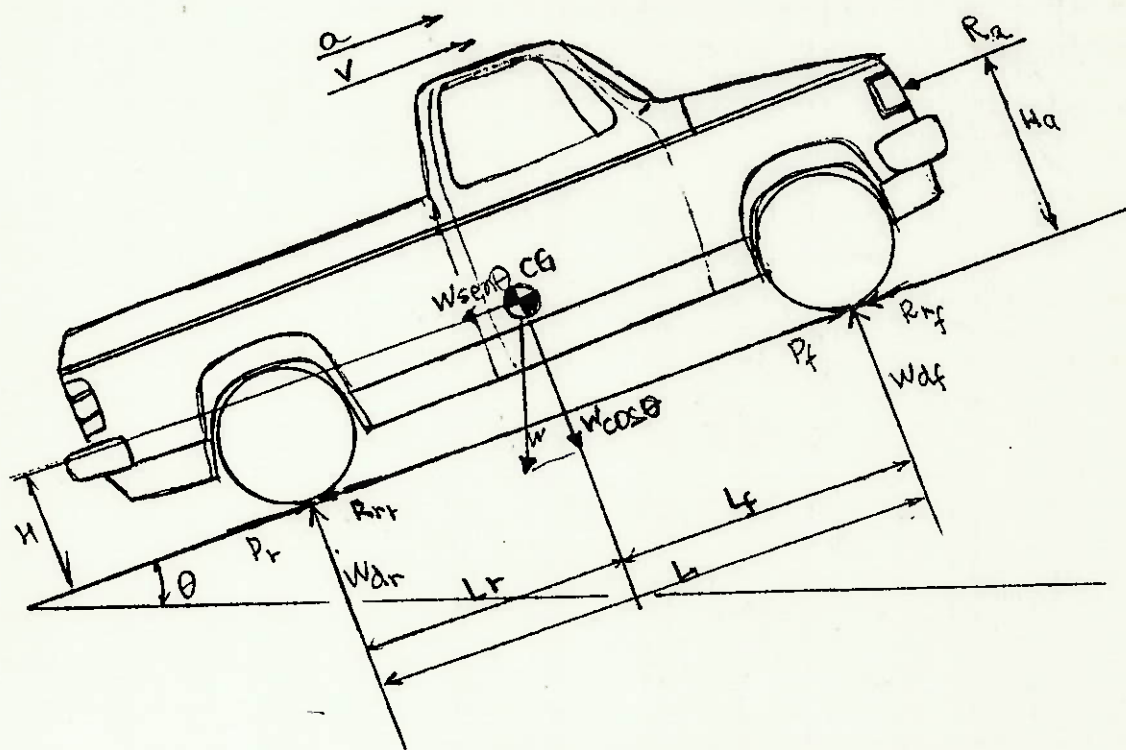


fig.11-2: distribuição de peso dinâmico

L_r - distância horizontal entre o CG e o eixo traseiro

II.3.2 DISTRIBUIÇÃO DE PESO DINÂMICO

Considerando um veículo em movimento retilíneo sobre pavimento, inclinado de um ângulo θ em relação à horizontal, temos a situação mostrada na fig. II-2, sendo V a sua velocidade e a aceleração no instante considerado.

O peso dinâmico nos eixos será:

$$W_{df} = \frac{1}{L} (L_r \cdot W \cdot \cos \theta - H \cdot W \cdot \sin \theta - H_a \cdot R_a - H \cdot m \cdot a)$$

$$W_{dr} = \frac{1}{L} (L_f \cdot W \cdot \cos \theta + H \cdot W \cdot \sin \theta + H_a \cdot R_a + H \cdot m \cdot a)$$

$$W \cdot \cos \theta = W_{dr} + W_{df}$$

onde: W_{df} - peso dinâmico do eixo dianteiro

W_{dr} - peso dinâmico do eixo traseiro

R_a - resistência aerodinâmica

H_a - altura do centro de resistência aerodinâmica

H - altura do centro de gravidade

m - massa

II.3.3 DISTRIBUIÇÃO DE PESO DINÂMICO EM PAVIMENTO PLANO HORIZONTAL

Fazendo a seguinte simplificação :

$$H = H_a$$

isto é, assumindo que a força de resistência aerodinâmica atua na mesma altura do centro de gravidade (CG), e fazendo o ângulo de inclinação θ igual a zero, teremos:

$$W_{df} = \frac{1}{L} \left[L_r \cdot W - H (R_a + m \cdot a) \right]$$

$$W_{dr} = \frac{1}{L} \left[L_f \cdot W + H (R_a + m \cdot a) \right]$$

Do equilíbrio das forças paralelas ao chão, temos a seguinte equação:

$$P - (R_{rf} + R_{rr}) = R_a + m \cdot a$$

onde: P - força trativa

R_{rf} - resistência ao rolamento das rodas dianteiras

R_{rr} - resistência ao rolamento das rodas traseiras

Admitindo que a força de resistência ao rolamento total não é afetado pela transferência de peso dinâmico, e é igual à soma das resistências ao rolamento do eixo dianteiro e do eixo traseiro, ou seja:

$$R_{rf} + R_{rr} = R_r = f \cdot W$$

onde: R_r - resistência ao rolamento total

f - coeficiente de resistência ao rolamento

E portanto:

$$W_{df} = \frac{L_r \cdot W}{L} - \frac{H (P - f \cdot W)}{L}$$

$$W_{dr} = \frac{L_f \cdot W}{L} + \frac{H (P - f \cdot W)}{L}$$

A força trativa máxima num pavimento plano horizontal é dado por:

$$P_{\max} = \mu \cdot W$$

onde: μ - coeficiente de atrito

Portanto:

$$W_{df} = \frac{W}{L} [L_r - H (\mu - f)]$$

$$W_{dr} = \frac{W}{L} [L_f + H (\mu - f)]$$

II.3.4 FORÇA TRATIVA EM TERRENO PLANO HORIZONTAL (CASO IDEAL)

Fazendo a consideração de que num sistema de tração nas quatro rodas, todo o peso do veículo é utilizado para a 'produção' de força trativa, temos o fator de distribuição de peso igual a:

$$w = \frac{W_d}{W} = \frac{W_{df} + W_{dr}}{W} = 1$$

Sendo, as forças trativas máximas em cada eixo dadas por:

$$P_f = \mu \cdot W_{df} \quad \text{e} \quad P_r = \mu \cdot W_{dr}$$

temos que:

$$P = P_f + P_r = \mu \cdot (W_{df} + W_{dr}) = \mu \cdot w \cdot W$$

A condição ideal de tração ocorre somente quando as forças trativas são distribuídas entre os eixos dianteiro e traseiro na mesma proporção da distribuição dos pesos dinâmicos. Essa condição pode ser expressada pela seguinte equação:

$$\frac{P_f}{P_r} = \frac{\mu \cdot W_{df}}{\mu \cdot W_{dr}} \Rightarrow \frac{P_f}{P_r} = \frac{W_{df}}{W_{dr}}$$

Portanto, em terreno plano horizontal, a relação de distribuição ideal das forças trativas entre os eixos dianteiro e traseiro é dado por:

$$\frac{P_f}{P_r} = \frac{L_r - H \cdot (\mu - f)}{L_f + H \cdot (\mu - f)}$$

II.3.5 ACELERAÇÃO EM PAVIMENTO PLANO HORIZONTAL

Do equilíbrio de forças, temos a aceleração máxima dado por:

$$P = a_{\max} \cdot m \cdot \gamma + R_r \quad \text{onde: } \gamma - \text{fator de inércia das massas girantes}$$

Desenvolvendo, temos:

$$a_{\max} \cdot \frac{W}{g} \cdot \gamma = P - W \cdot f \quad \text{onde: } g - \text{aceleração da gravidade}$$

Ou seja:

$$a_{\max} = \frac{g}{\gamma} \left(\frac{P}{W} - f \right)$$

No caso de um veículo ideal, onde todo o peso é utilizado para produção de força trativa, temos:

$$a_{\max} = \frac{g}{\gamma} (\mu - f)$$

II.3.6 DISTRIBUIÇÃO DE PESO DINÂMICO EM ACLIVE

Como foi visto anteriormente, num aclive, a distribuição de peso dinâmico é dado por:

$$W_{df} = \frac{1}{L} (L_r \cdot W \cdot \cos \theta - H \cdot W \cdot \sin \theta - H_a \cdot R_a - H \cdot m \cdot a)$$

$$W_{dr} = \frac{1}{L} (L_f \cdot W \cdot \cos \theta + H \cdot W \cdot \sin \theta + H_a \cdot R_a + H \cdot m \cdot a)$$

Analisando a condição de partida em aclive, com uma pequena aceleração ($a \approx 0$), a parcela $H \cdot m \cdot a$ poderá ser desprezada; assim como a resistência aerodinâmica ($R_a \approx 0$) pois a velocidade também será pequena. Com isto, chegamos às seguintes equações:

$$W_{df} = \frac{1}{L} (L_r \cdot W \cdot \cos \theta - H \cdot W \cdot \sin \theta)$$

$$W_{dr} = \frac{1}{L} (L_f \cdot W \cdot \cos \theta + H \cdot W \cdot \sin \theta)$$

II.3.7 DISTRIBUIÇÃO DAS FORÇAS TRATIVAS NA PARTIDA EM ACLIVE

Como a máxima força trativa total é obtida quando as forças trativas em cada um dos eixos são igualmente proporcionais aos seus pesos dinâmicos, temos:

$$\frac{P_f}{P_r} = \frac{L_r \cdot W \cdot \cos \theta - H \cdot W \cdot \sin \theta}{L_f \cdot W \cdot \cos \theta + H \cdot W \cdot \sin \theta}$$

II.3.8 ACLIVE MÁXIMO TEÓRICO

O aclive máximo ocorre quando a força trativa total se

igual a soma das forças resistentes.

Desprezando-se o efeito da resistência aerodinâmica (velocidade baixa) e da inércia (aceleração pequena), o aclave máximo será dado por:

Do equilíbrio de forças:

$$P_{\max} = R_r + R_g$$

onde: $P_{\max} = \mu \cdot W \cdot \cos \theta$ (força trativa máxima)

$R_r = f \cdot W \cdot \cos \theta$ (resistência ao rolamento)

$R_g = W \cdot \sin \theta$ (resistência de rampa)

Fazendo as substituições:

$$\mu \cdot W \cdot \cos \theta_{\max} = f \cdot W \cdot \cos \theta_{\max} + W \cdot \sin \theta_{\max}$$

$$\operatorname{tg} \theta_{\max} = (\mu - f)$$

Portanto, o ângulo de aclave máximo será:

$$\theta_{\max} = \operatorname{arctg} (\mu - f)$$

Expressando a inclinação em porcentagem, teremos:

$$G = 100 \cdot \operatorname{tg} \theta_{\max}$$

$$G_{\max} = 100 \cdot (\mu - f)$$

II.3.9 FORÇA TRATIVA DECORRENTE DO SISTEMA MOTRIZ

A força trativa decorrente do sistema motriz é obtida a partir do torque (momento torsor) fornecido pelo motor, e das relações de transmissão e rendimentos envolvidos na movimentação do veículo.

Sendo a razão entre a força trativa dianteira e a força trativa traseira dado por:

$$D = \frac{P_f}{P_r} \quad (\text{razão de distribuição das forças trativas})$$

Temos as forças trativas dadas pelas seguintes equações:

$$P_f = M_m \cdot \left(\frac{D}{1 + D} \right) \cdot i_f \cdot \eta_f \cdot \frac{1}{R_{pf}}$$

$$P_r = M_m \cdot \left(\frac{1}{1 + D} \right) \cdot i_r \cdot \eta_r \cdot \frac{1}{R_{pr}}$$

onde: M_m - torque fornecido pelo motor

i_f, i_r - relações de redução total dianteiro e traseiro

η_f, η_r - rendimentos das reduções

R_{pf}, R_{pr} - raio dos pneus dianteiro e traseiro

II.3.10 DIFERENCIAL

O diferencial tipo epicicloidal divide o torque em partes diferentes. A seguir, temos a análise deste tipo de diferencial, que será utilizado no projeto.

A partir da fig. II-3, temos:

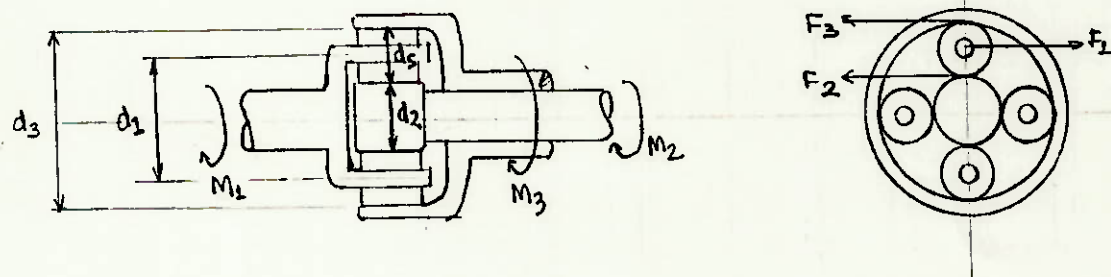


fig.II-3: diferencial epicicloidal

$$d_s = d_3 - d_1 \quad \text{e} \quad d_2 = d_3 - 2 \cdot d_s$$

onde: d_s - diâmetro do satélite

d_1 - diâmetro de giro dos satélites

d_2 - diâmetro da engrenagem solar

d_3 - diâmetro da coroa

Combinando as expressões anteriores:

$$d_2 = d_3 - 2 \cdot d_3 + 2 \cdot d_1$$

$$d_2 = 2 \cdot d_1 - d_3 \quad \text{ou} \quad d_1 = \frac{d_2}{2} + \frac{d_3}{2}$$

As forças na engrenagem satélite são:

$$F_1 = \frac{(M_1/4)}{(d_1/2)} = \frac{1}{2} \cdot \frac{M_1}{d_1}$$

$$F_2 = \frac{(M_2/4)}{(d_2/2)} = \frac{1}{2} \cdot \frac{M_2}{d_2}$$

$$F_3 = \frac{(M_3/4)}{(d_3/2)} = \frac{1}{2} \cdot \frac{M_3}{d_3}$$

onde: M_1, M_2, M_3 - momentos tórsor nos eixos do diferencial

F_1, F_2, F_3 - forças na engrenagem satélite

Supondo que as engrenagens satélites do diferencial, ou es
tão sem rotação em torno de seu próprio eixo, ou estão com esta
rotação constante, podemos concluir que:

$$F_2 = F_3 \Rightarrow \frac{M_2}{d_2} = \frac{M_3}{d_3}$$

E também que:

$$F_1 = F_2 + F_3 \quad \Rightarrow \quad \frac{M_1}{d_1} = \frac{M_2}{d_2} + \frac{M_3}{d_3}$$

Ou então:

$$M_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{d_2}{d_1} \right) M_1$$

$$M_3 = \frac{1}{2} \left(\frac{d_3}{d_1} \right) M_1$$

Fazendo: M_1 - torque de entrada

M_2 - torque no eixo de saída dianteiro

M_3 - torque no eixo de saída traseiro

teremos a equação que relaciona a razão do torque no eixo diantei
ro sobre o do traseiro com os diâmetros do diferencial:

$$D = \frac{M_2}{M_3} = \frac{d_2}{d_3}$$

II.3.11 RELAÇÃO DE TRANSMISSÃO DA REDUZIDA

Como o veículo de tração 4X4 será utilizado também no fora
-de-estrada, onde deverá enfrentar aclives íngremes, a caixa de
transferência disporá de uma redução.

Admitindo que o atrito entre o pneu e o solo será sempre
capaz de transferir a força trativa, temos:

Seja a força trativa total dada por (fig. II-4):

$$P = P_f + P_r = \frac{M_f}{R_{pf}} + \frac{M_r}{R_{pr}}$$

onde: M_f , M_r - momentos tórsores das rodas dianteiras e traseiras

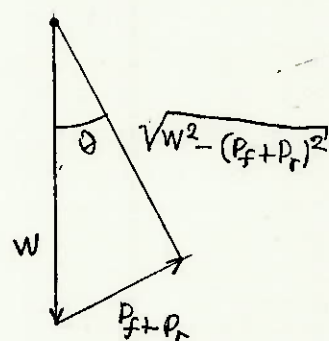
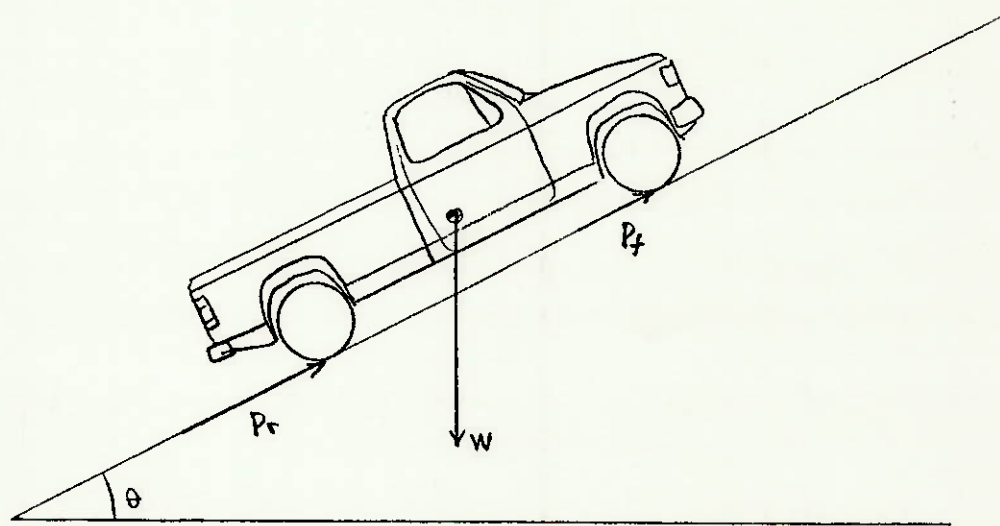


fig.11-4: forças em aclave

Considerando que os raios dos pneus dianteiro e traseiro sejam iguais, temos:

$$P = \frac{M_f + M_r}{R_p}$$

Como no projeto a redução total entre a caixa de transferência e as rodas será igual tanto para as dianteiras, como para as traseiras, a força trativa máxima devido à motorização e relações de transmissão é obtido por:

$$P_{\max} = M_m \cdot i_c \cdot i_{\text{red}} \cdot i_{\text{dif}} \cdot \eta_t / R_p$$

onde: i_c - relação de transmissão da marcha mais reduzida da caixa de câmbio

i_{red} - relação da reduzida da caixa de transferência

i_{dif} - relação de redução dos diferenciais dos eixos

η_t - rendimento global

O aclive máximo possível que o veículo pode vencer, não considerando os problemas de adesão do pneu com o solo, é dado por:

$$G = 100 \cdot \text{tg } \theta$$

$$G = 100 \cdot \frac{P}{\sqrt{W^2 - P^2}} = \frac{100}{\sqrt{(W/P)^2 - 1}}$$

Portanto:

$$G_{\max} = \frac{100}{\sqrt{(W/P_{\max})^2 - 1}}$$

E a reduzida será dada por:

$$i_{red} \geq \frac{P_{max} \cdot R_p}{M_m \cdot i_c \cdot i_{dif} \cdot \gamma_t}$$

II.3.12 FORÇAS NA SUSPENSÃO INDEPENDENTE

II.3.12.1 FORÇAS NAS BARRAS DA SUSPENSÃO

a-) Carga vertical no contato roda-pavimento:

Da fig. II-5, temos:

$$W = P \cdot \sin \alpha + Q \cdot \cos \beta$$

$$P \cdot \cos \alpha = Q \cdot \sin \beta$$

$$\therefore Q = (P \cdot \cos \alpha) / \sin \beta$$

$$\therefore W = P \cdot \sin \alpha + P \cdot \cos \alpha \cdot \cotg \beta$$

$$P = W / (\sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cotg \beta)$$

Fazendo equilíbrio dos momentos com pólo em Q :

$$S \cdot a = Q \cdot b$$

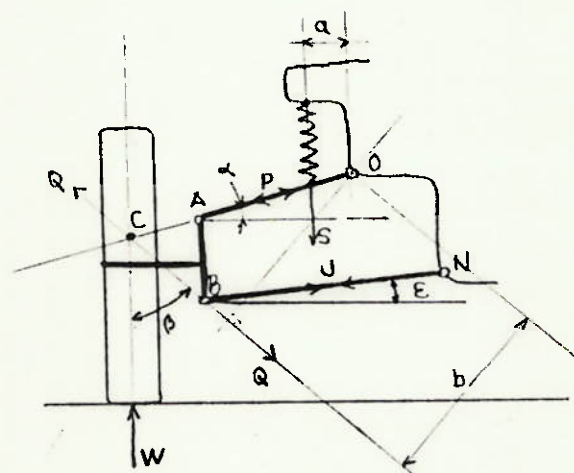
$$\therefore S = W \cdot b / a (\sin \beta \cdot \tg \alpha + \cos \beta)$$

Na barra BN:

$$U = Q \cdot \sin (\beta - \epsilon)$$

$$\therefore U = W \cdot \sin (\beta - \epsilon) / (\sin \beta \cdot \tg \alpha + \cos \beta)$$

b-) Carga horizontal no contato roda-pavimento:



$\alpha, \beta, \epsilon, b, a$ decorrentes
da geometria da suspensão

fig. II-5: forças na suspensão
carga vertical

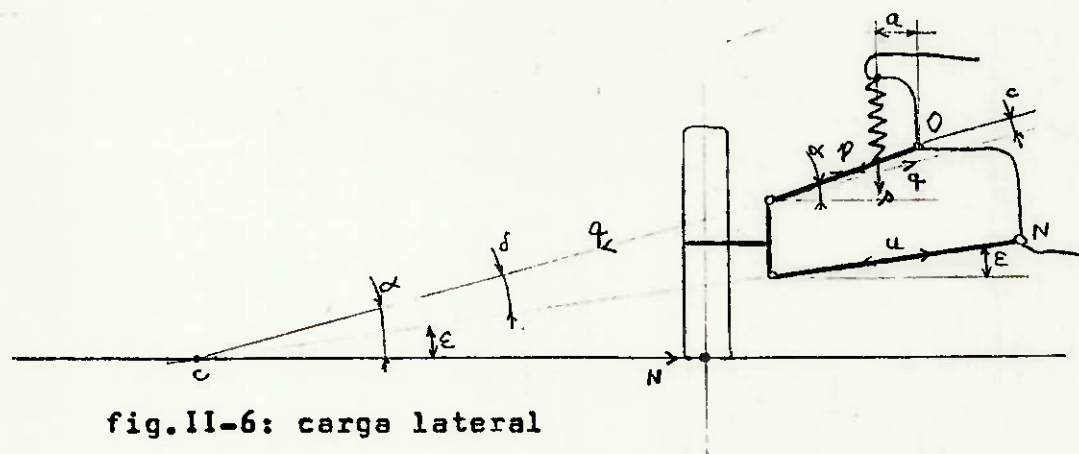


fig. II-6: carga lateral

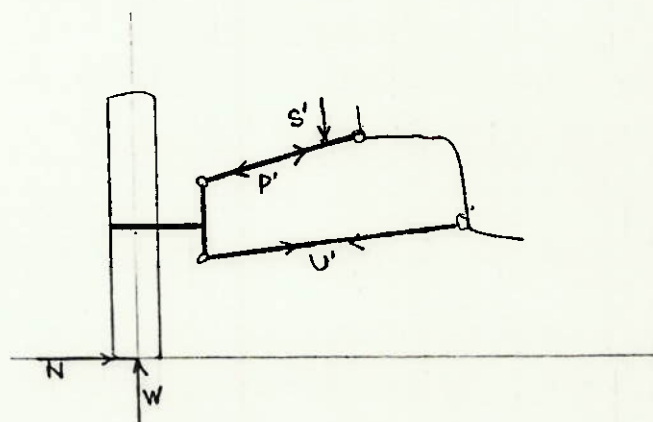


fig. II-7: cargas simultâneas

Da fig. 11-6, temos:

$$u \cdot \sin \alpha = q \cdot \sin \delta$$

$$\therefore q = (u \cdot \sin \alpha) / \sin \delta$$

$$N = u \cdot \cos \alpha - q \cdot \cos \delta = u \cdot \cos \alpha - u \cdot \sin \alpha \cdot \cotg \delta$$

$$\therefore u = N / (\cos \alpha - \sin \alpha \cdot \cotg \delta)$$

$$\therefore q = N / (\cotg \alpha \cdot \sin \delta - \cos \delta)$$

Do equilíbrio de momentos com pólo em $\underline{Q}$:

$$q \cdot c = s \cdot a$$

$$\therefore s = N \cdot c / a \cdot (\cotg \alpha \cdot \sin \delta - \cos \delta)$$

Na barra superior:

$$q \cdot \cos(\alpha - \delta) = p$$

$$\therefore p = N \cdot \cos(\alpha - \delta) / (\cotg \alpha \cdot \sin \delta - \cos \delta)$$

c-) Forças W e N simultâneas:

Como podemos ver na fig. 11-7, temos representadas as forças nas barras quando da aplicação simultânea de cargas vertical e horizontal no contato roda-pavimento:

$$P' = P - p$$

$$U' = U - u$$

$$S' = S + s$$

11.3.12.2 FORÇAS NOS ROLAMENTOS DAS RODAS

a-) Carga vertical no contato roda-pavimento:

Da fig. 11-8, pelo equilíbrio de forças temos:

$$F' = W.\text{sen } \theta$$

$$R_1' + R_2' = W.\text{cos } \theta$$

Da soma dos momentos (pólo O):

$$W.c = R_1'.a - R_2'.b$$

$$\therefore W.c = R_1'(a + b) - W.b.\text{cos } \theta$$

Portanto, as forças nos rolamentos serão:

$$R_1' = W.(c + b.\text{cos } \theta)/(a + b)$$

$$R_2' = W.(a.\text{cos } \theta - c)/(a + b)$$

b-) Carga horizontal no contato roda-pavimento:

Da fig. 11-9, fazendo equilíbrio das forças temos:

$$F'' = N.\text{cos } \theta$$

$$R_1'' + R_2'' + N.\text{sen } \theta = 0$$

Pelo equilíbrio dos momentos (pólo O):

$$r.N.\text{cos } \theta = R_1''.a - R_2''.b$$

$$\therefore r.N.\text{cos } \theta = R_1''.(a + b) + N.b.\text{sen } \theta$$

Portanto as forças nos rolamentos serão:

$$R_1'' = N.(r.\text{cos } \theta - b.\text{sen } \theta)/(a + b)$$

mento do veículo. Internamente teremos os eixos propriamente ditos com juntas de cruzetas.(fig. 1-11)

b-) soluções B, D, F e H :

Nestas soluções, o eixo dianteiro terá uma suspensão independente tipo braços longo e curto, semelhante aos das pick-ups da GMB.

Poderemos fazer um estudo para ver a possibilidade do uso das bandejas superior e inferior das suspensões dianteiras das pick-ups da GMB, fazendo-se alguns retrabalhos ,pois teremos as molas helicoidais apoiadas nos braços superiores (nos veículos GMB originais, a mola helicoidal está apoiada na bandeja inferior).

Para a fixação dos braços da suspensão, será feita uma estrutura em chapas de aço, soldadas e/ou prensadas, tendo a caixa de diferencial como parte integrante.

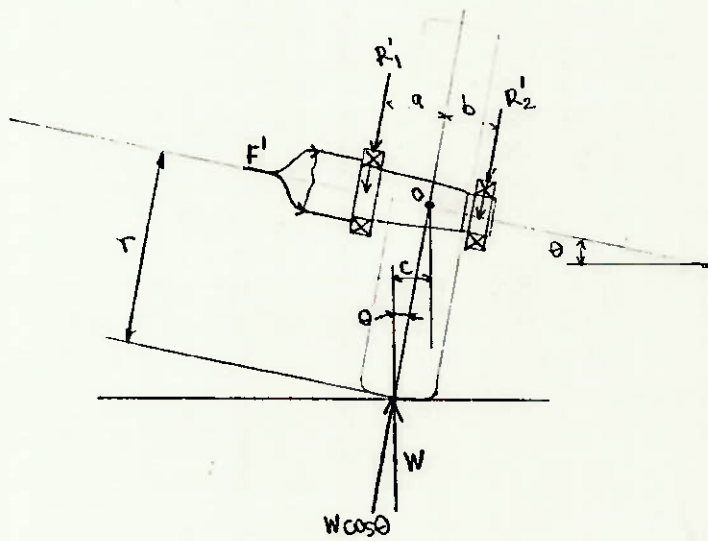


fig.11-8: força nos rolamentos da
roda para carga vertical

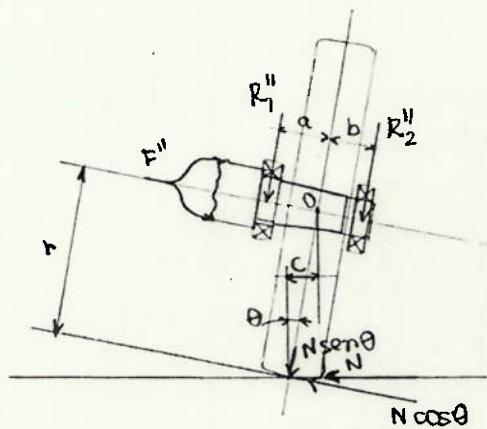


fig.11-9: força nos rolamentos da
roda para carga lateral

$$R_2^m = -N.(r.\cos \theta + a.\sin \theta)/(a + b)$$

c-) Cargas vertical e lateral simultâneas:

As forças nos rolamentos decorrente da aplicação simultânea de cargas vertical e lateral no contato roda-pavimento serão obtidos pelas seguintes equações:

$$R_1 = W.(c + b.\cos \theta) + N.(r.\cos \theta - b.\sin \theta)/(a + b)$$

$$R_2 = W.(a.\cos \theta - c) - N.(r.\cos \theta + a.\sin \theta)/(a + b)$$

$$F = W.\sin \theta + N.\cos \theta$$

II.4 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A distribuição de peso dinâmico de um veículo depende das forças trativas decorrentes do sistema de transmissão e das condições de atrito e rolamento do contato pneu-solo.

Também, de acordo com a inclinação da rampa temos diferentes distribuições de peso do veículo entre os eixos.

Como a distribuição ideal da força trativa ocorre quando tem a mesma razão de distribuição do peso no instante que a força trativa é requerida, temos necessidade de encontrar uma distribuição que possibilite o melhor desempenho do veículo com o sistema de tração 4X4.

Para facilitar a análise da distribuição das forças trativas, faremos um estudo em terreno plano horizontal, e um outro em aclive.

Desse modo temos:

a-) Distribuição das forças trativas em terreno plano horizontal:

A distribuição ideal é dado por:

$$D_{\text{horiz}} = \frac{P_f}{P_r} = \frac{\mu \cdot W_{df}}{\mu \cdot W_{dr}} = \frac{[L_r \cdot W/L - (P - f \cdot W) \cdot H/L]}{[L_f \cdot W/L + (P - f \cdot W) \cdot H/L]}$$

$$\text{onde: } P = P_f + P_r \leq \mu \cdot (W_{df} + W_{dr}) = \mu \cdot W$$

Como L_f , L_r , L , W , H são características que pouco podem ser mudadas, pois o sistema de tração será colocado num veículo existente, temos que a distribuição será função do coeficiente de atrito e do coeficiente de resistência ao rolamento:

b-) Distribuição das forças trativas em aclive:

A distribuição ideal da força trativa em aclive é obtida pela seguinte equação:

$$D_{\text{aclive}} = \frac{P_f}{P_r} = \frac{\mu \cdot W_{df}}{\mu \cdot W_{dr}} = \frac{L_r \cdot W \cdot \cos \theta - H \cdot W \cdot \sin \theta}{L_f \cdot W \cdot \cos \theta + H \cdot W \cdot \sin \theta}$$

Como no caso anterior, os valores de L_f , L_r , W , H são difíceis de alterar, a distribuição estará basicamente em função da inclinação do aclive.

c-) Conclusão:

Como no projeto, adotaremos um diferencial intermediário que proporcionará uma distribuição das forças trativas fixa, podemos concluir para obtermos um bom desempenho do veículo, tanto em terreno plano horizontal como em aclive, esta distribuição deverá obedecer a seguinte condição:

$$D_{\text{horiz}} \leq D \leq D_{\text{aclive}}$$

Estas distribuições, como pudemos notar, dependem fundamentalmente das características do solo sobre o qual o veículo está se movimentando, e/ou da inclinação do terreno.

Uma das situações críticas ocorre quando temos o veículo em terreno com coeficiente de atrito baixo e um coeficiente de resistência ao rolamento relativamente alto; como exemplo temos os solos arenosos.

Outra situação ocorre quando está num aclive muito íngreme

onde grande parte do seu peso é transferido para o eixo traseiro.

II.5 ANÁLISE DE COMPATIBILIDADE

Neste item levantamos várias condições de modo a obtermos um conjunto harmônico, ou seja, o sistema formado pelos diversos componentes deve cumprir as funções para as quais foi projetado, sem afetar negativamente qualquer outro elemento (interferências por exemplo).

a-) Caixa de Transferência

Adotando a disposição mostrada na fig. II-10, para os componentes internos da caixa de transferência, obtemos as relações entre os diâmetros das engrenagens de modo a garantir o perfeito funcionamento:

$$d_1 + d_2 = d_3 + d_4 = d_5 + d_8$$

$$d_8 = d_6 + 2 \cdot d_7$$

$$d_5 \geq d_8$$

As dimensões externas da caixa de transferência deverão estar coerentes com o espaço disponível para a sua instalação, não interferindo com as longarinas do chassis, com o assoalho da cabine, e nem sobresair muito para baixo do chassis (o que diminuiria a altura livre do solo e os ângulos internos).

O eixo de entrada da caixa de transferência deve estar alinhado com o eixo de saída do câmbio.

b-) Eixo dianteiro

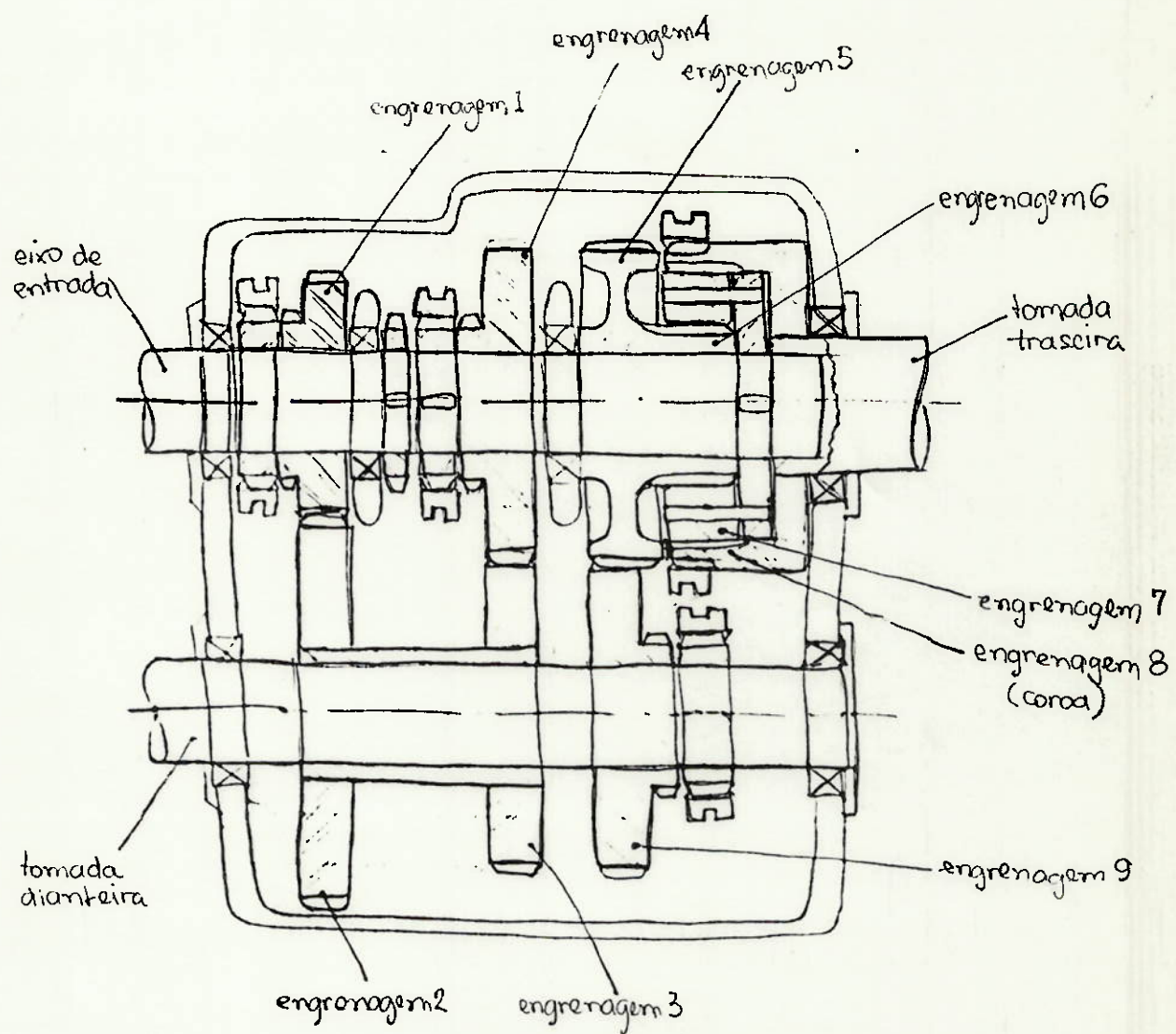


fig. 11-10: caixa de transferência com diferencial
epicíclico

A estrutura básica do eixo dianteiro deverá ter suas dimensões semelhantes aos do eixo original, de modo a possibilitar a sua instalação sem grandes modificações no veículo.

Esta estrutura não deverá interferir com a parte inferior do motor (cárter), e as torres da suspensão não deverão avançar demasiadamente nas partes internas dos paralamas.

Os ângulos da suspensão (câmbor, cáster, inclinação do pino mestre) deverão permanecer equivalentes aos da suspensão original.

11.6 ANÁLISE DE ESTABILIDADE

O veículo equipado com o sistema de tração 4X4, terá o tor que dividido em partes diferentes, mas numa razão fixa. Devido ao uso do diferencial intermediário apresentará problemas de tração ao enfrentar algumas situações críticas.

Uma dessas situações ocorre quando em uma das rodas o atrito com o solo cai até o ponto a partir do qual começa a girar livremente, sem promover tracionamento.

Nessa situação, devido às características dos diferenciais, todas as outras três rodas cessarão de girar, fazendo o veículo parar (atolamento).

De modo a evitar o atolamento nestas condições, será utilizado um sistema de bloqueio do 3º diferencial (intermediário). Assim, as forças trativas se distribuem entre os eixos dianteiro e traseiro, de acordo com o menor coeficiente de atrito de uma das rodas de cada um dos eixos.

Pela fig. 11-11, temos:

As forças obedecem as seguintes condições:

$$F_1 \leq \mu_1 \cdot N_1$$

$$F_2 \leq \mu_2 \cdot N_2$$

$$F_3 \leq \mu_3 \cdot N_3$$

$$F_4 \leq \mu_4 \cdot N_4$$

Devido às características dos diferenciais de cada eixo:

$$F_1 = F_2 \leq \text{mínimo}(\mu_1 \cdot N_1, \mu_2 \cdot N_2)$$

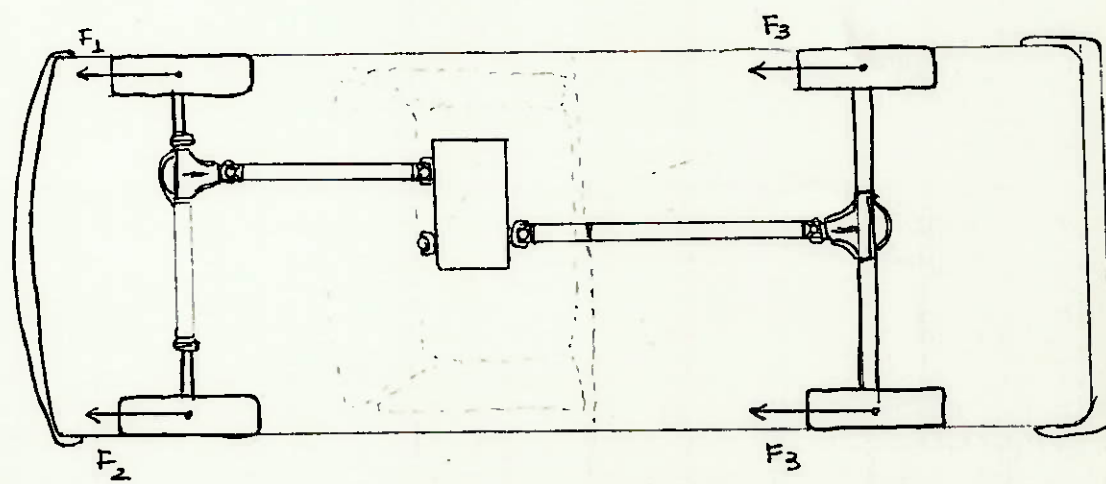


fig.11-11: forças trativas num veículo 4X4

$$F_3 = F_4 \leq \text{mínimo}(\mu_3 \cdot N_3, \mu_4 \cdot N_4)$$

Com o diferencial intermediário sem bloqueio temos a seguinte situação:

$$P = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$\text{onde: } F_1 = F_2 = F_3/D = F_4/D \leq \text{mínimo}(\mu_1 \cdot N_1, \mu_2 \cdot N_2, \mu_3 \cdot N_3, \mu_4 \cdot N_4)$$

Portanto, se o atrito em uma das rodas cair para zero, teremos, inevitavelmente, o atolamento do veículo.

Visando minimizar este problema, com bloqueio do diferencial central, temos:

$$P = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$\text{onde: } F_1 = F_2 \leq \text{mínimo}(\mu_1 \cdot N_1, \mu_2 \cdot N_2)$$

$$F_3 = F_4 \leq \text{mínimo}(\mu_3 \cdot N_3, \mu_4 \cdot N_4)$$

Com isto, ocorrerá atolamento, tericamente, somente na situação extrema de termos atrito nulo simultaneamente em uma das rodas do eixo dianteiro e em uma das rodas do eixo traseiro.

II.7 OTIMIZAÇÃO FORMAL

Nesta etapa serão definidas os principais parâmetros, para melhor caracterização do sistema que estamos estudando.

II.7.1 DETERMINAÇÃO DA RELAÇÃO DE TRANSMISSÃO DA REDUZIDA

Um veículo de utilização no fora-de-estrada deve ser capaz de vencer aclives de 60%, mesmo com carga total. Portanto, no nosso caso:

$$G = 60 \quad \text{e} \quad W = 3020 \text{ kg}$$

A força trativa total é obtido da seguinte forma:

$$G = \frac{100}{\sqrt{(W/P)^2 - 1}} \quad \Rightarrow \quad P = 1554 \text{ kgf}$$

A relação de transmissão da reduzida é dado por:

$$i_{red} \geq \frac{P \cdot R_r}{M_m \cdot i_c \cdot i_{dif} \cdot \eta_t}$$

onde: $R_r = 0,37 \text{ m}$

$M_m = 28,1 \text{ mkgf}$

$i_c = 6,33$

$i_{dif} = 3,15$

$\eta_t = 0,85$

$$i_{red} \geq 1,21$$

Utilizando uma redução de 1,21 na caixa de transferência, temos uma superposição das marchas reduzidas sobre as diretas muito grande:

reduzidas: 1ºR = 24,13; 2ºR = 13,72; 3ºR = 8,19; 4ºR = 5,34
5ºR = 3,81

diretas: 1ºD = 19,94; 2ºD = 11,34; 3ºD = 6,77; 4ºD = 4,41
5ºD = 3,15

Para melhor aproveitamento, estudaremos a utilização de relações da reduzida da ordem de 2,0:1, evitando desse modo uma grande superposição de marchas:

relação da reduzida	redução total	
	1ºR	5ºR
2,00	39,88	6,30
2,11	42,07	6,65
2,24	44,66	7,06
2,51	50,05	7,91

11.7.2 DIVISÃO DE TORQUE ENTRE OS EIXOS

Para determinação da razão de divisão de torque ao eixo dianteiro sobre o traseiro, estudaremos a distribuição de peso dinâmico nos diversos tipos de piso (asfalto, terra batida, lama, areia, etc.) em plano horizontal.

Posteriormente, estudaremos a distribuição de peso em aclive, com pavimento de alto coeficiente de atrito e baixo coeficiente de resistência ao rolamento.

A razão entre o torque dianteiro sobre o traseiro será inicialmente calculado como média aritmética da distribuição em ter-

reno plano horizontal com condições desfavoráveis (areia), e em aclive com determinada inclinação (será analisada para G igual a 30%, 40% e 50%).

Todos os resultados acima mencionados serão obtidos através do uso de computador (programas - ver anexos).

a-) Distribuição de torque em terreno plano horizontal:

A equação utilizada está mostrada a seguir:

$$D_{\text{horiz}} = \frac{P_f}{P_r} = \frac{L_r - H.(\mu - f)}{L_f + H.(\mu - f)}$$

Adotaremos os seguintes coeficientes referentes ao contato pneu-pavimento para diversos tipos de piso:

-concreto ou asfalto seco:	$\mu = 0,85$	$f = 0,015$
-concreto molhado:	$\mu = 0,8$	$f = 0,015$
-asfalto molhado:	$\mu = 0,6$	$f = 0,015$
-terra batida seca:	$\mu = 0,6$	$f = 0,06$
-terra batida molhada:	$\mu = 0,5$	$f = 0,08$
-lama ou neve:	$\mu = 0,2$	$f = 0,10$
-areia:	$\mu = 0,2$	$f = 0,15$

b-) Distribuição de torque em aclive:

A distribuição será obtida para inclinações de 0 a 100% , através das equações seguintes:

$$\theta = \arctg (G/100)$$

$$D_{\text{eclive}} = \frac{P_f}{P_r} = \frac{L_r \cdot \cos \theta - H \cdot \sin \theta}{L_f \cdot \cos \theta + H \cdot \sin \theta}$$

PESO DIANTEIRO (2) / PESO TRASEIRO (2) : 40.1 / 55.5
DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 P
ALTURA CO CC : 0.75 P

DISTRIBUICAO DE TORQUE ENTRE OS EIXOS CONFORME TIPO DE SUPERFICIE PARA VEICULOS 4X4 (TABELA 1)

TIPO DE SUPERFICIE	TORQUE NO EIXO DIANTEIRO (2)	TORQUE NO EIXO TRASEIRO (2)
1 : CONCRETO OU ASFALTO SECO	18.6	81.4
2 : CONCRETO MOLHADO	15.9	80.1
3 : ASFALTO MOLHADO	25.0	75.0
4 : TERRA BATIDA SECA	26.2	73.8
5 : TERRA BATIDA MOLHADA	29.3	70.7
6 : LAPA DE NEVE	37.5	62.5
7 : AREIA	38.8	61.2

DISTRIBUICAO DAS FORÇAS TRATIVAS ENTRE OS EIXOS DIANTEIRO E TRASEIRO PARA VEICULOS 4X4 EM FUNCAO DO ACLIVE

INCLINACAO (2)	FORÇA TRATIVA NO EIXO DIANTEIRO (2)	FORÇA TRATIVA NO EIXO TRASEIRO (2)
0.0	40.1	59.9
10.0	37.5	62.5
20.0	34.9	65.1
30.0	32.1	67.9
40.0	29.2	70.8
50.0	26.0	74.0
60.0	22.5	77.5
70.0	18.4	81.6
80.0	13.6	86.4
90.0	7.7	92.3
100.0	0.1	99.9

DISTRIBUICAC DE TORQUE ENTRE OS EIXOS LINTIRO E TRASEIRO DEBIDO AQUELA MEDIA ENTRE AS DISTRIBUICACAO NAS
CCALIGES ABaixo:

1) EM SUPERFICIE PLANA HORIZONTAL TYPE 61442424 1)
CCP COEFICIENTE DE ATRITO IGUAL A .20
E COEFICIENTE DE RESISTENCIA AO ALCANEC IGUAL A .100
DISTRIBUICAC DIANTEIRA (2) / TRASEIRA (2) : 37.5 / 62.5

2) EM AGLIVE
CCP INCLINACAO DE 30.0 °
DISTRIBUICAC DIANTEIRA (2) / TRASEIRA (2) : 37.1 / 67.9

MEDIA OBTIDA DA DISTRIBUICAO DE TORQUE
DISTRIBUICAC DIANTEIRA (2) / TRASEIRA (2) : 34.9 / 65.1

CONDICOES ABAIXO:

1) EM SUPERFICIE PLANA HORIZONTAL TIPO 7 (TABELA 1)
 COM COEFICIENTE DE ATRITO IGUAL A 0,20
 E COEFICIENTE DE RESISTENCIA AO ROLAMENTO IGUAL A 0,150
 DISTRIBUICAO DIANTEIRA (2) / TRASEIRA (2) = 38,8 / 61,2

2) EM ACLIVE
 COM INCLINACAO DE 40,0°
 DISTRIBUICAO DIANTEIRA (2) / TRASEIRA (2) = 29,2 / 70,8

MEDIA OBTIDA DA DISTRIBUICAO DE TROQUE
 DISTRIBUICAO DIANTEIRA (2) / TRASEIRA (2) = 34,3 / 65,7

CONDICÖES ABAIXO:

- 1) EM SUPERFICIE PLANA HORIZONTAL TIPO 7 (TABELA 1)
COM COEFICIENTE DE ATRITO IGUAL A .20
E COEFICIENTE DE RESISTENCIA AO ROLPAMENTO IGUAL A .150
DISTRIBUICAO DIANTEIRA (2) / TRASEIRA (1) : 38.8 / 61.2
- 2) EM ACLIVE
COM INCLINACAO DE 50.0 X
DISTRIBUICAO DIANTEIRA (2) / TRASEIRA (1) : 26.0 / 74.0
- MEDIA OBTIDA DA DISTRIBUICAO DE TORQUE
DISTRIBUICAO DIANTEIRA (2) / TRASEIRA (1) : 33.0 / 67.0

Como podemos ver, pelos resultados, a razão de distribuição média varia de 33/67 até 35/65. No terreno de areia a divisão de torque é de 38/62, e para aclives, com inclinação de 30% 32/68, 40% 29/71, 50% 26/74.

11.7.3 DESEMPENHO DO VEÍCULO 4X4

Será estudado o desempenho, através de métodos computacionais, em terreno plano horizontal com condições desfavoráveis do solo (piso de areia); e também em aclives com coeficiente de atrito alto e coeficiente de resistência ao rolamento baixo.

Para este estudo, será necessário uma melhor definição das características do veículo e de seu sistema de tração 4X4. Visando melhor percepção das influências dos parâmetros principais procederemos a análise de desempenho mudando os valores, um de cada vez:

-redução total máxima:	44,66
	50,05
-divisão de torque:	33/67
	40/60
	50/50
-peso bruto do veículo:	2100 kgf
	3020 kgf

A seguir temos os resultados obtidos com os dados acima:

PESO BRUTO DO VEICULO 4X4 : 3020.0 KGF
 DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DIANT/TRAS : 40.1 (%) / 59.9 (%)
 ALTURA DO CG : 0.85 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
 REDUCAO : 40.07
 DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANTEIRO/TRASEIRO : 33.0 / 67.0

RESULTADOS PARA TERRENO PLANO HORIZONTAL
 COM COEF. DE ATRITO : 0.20
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.100

FORCA TRATIVA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 379.57 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 DIANTEIRA : 185.95 KGF
 TRASEIRA : 379.57 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZACAO E RELACAO DE TR
 DIANTEIRA : 803.39 KGF
 TRASEIRA : 1631.13 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA
 DIANTEIRA : 185.95 KGF
 TRASEIRA : 379.57 KGF

ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO
 A : 0.04 M/S²

FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO
 FORCA TOTAL : 604.00 KGF

ACELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO
 A : 0.04 M/S²

RESULTADOS EM ACLIVE
 COM COEF. DE ATRITO : 0.80
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.015

RAMPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 G : 78.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 137.69 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1521.36 KGF

RAMPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 G : 55.0 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 480.18 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 974.92 KGF

RAMPA MAXIMA DECORRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO DE TRANSMISSAO

G : 136.2 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 803.39 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1631.13 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

G : 55.0 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 430.13 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 974.92 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO

G : 58.6 %

FORCA TRATIVA TOTAL : 1709.05 KGF

PESO BRUTO DO VEICULO 4X4 : 2100.0 KGF
 DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DIANT/TRAS : 43.5 (%) / 56.5 (%)
 ALTURA DO CG : 0.80 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
 REDUCAO : 42.07
 DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANTEIRO/TRASEIRO : 33.0 / 57.0

RESULTADOS PARA TERRENO PLANO HORIZONTAL
 COM COEF. DE ATRITO : 0.20
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.100

FORCA TRATIVA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 DIANTEIRA : 171.16 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 DIANTEIRA : 122.56 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZACAO E RELACAO DE TR
 DIANTEIRA : 843.49 KGF
 TRASEIRA : 1712.54 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA
 DIANTEIRA : 122.56 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO
 A : 0.03 M/S²

FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO
 FORCA TOTAL : 420.00 KGF

ACELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO
 A : 0.04 M/S²

RESULTADOS EM ACLIVE
 COM COEF. DE ATRITO : 0.80
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.015

RAMPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 G : 78.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 191.54 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 996.87 KGF

RAMPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 G : 61.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 363.35 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 737.72 KGF

RAMPA MAXIMA DECORRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO DE TRANSMISSAO

G : ***** %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 843.49 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1712.54 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

G : 61.6 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 363.35 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 737.72 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO

G : 53.6 %

FORCA TRATIVA TOTAL : 1188.41 KGF

PESO BRUTO DO VEICULO 4X4 : 3020.0 KGF
 DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DIANT/TRAS : 40.1 (%) / 59.9 (%)
 ALTURA DO CG : 0.85 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
 REDUCAO : 42.07
 DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANTEIRO/TRASEIRO : 40.0 / 60.0

RESULTADOS PARA TERRENO PLANO HORIZONTAL
 COM COEF. DE ATRITO : 0.20
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.100

FORCA TRATIVA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 379.57 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 336.65 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZACAO E RELACAO DE TR.
 DIANTEIRA : 1022.41 KGF
 TRASEIRA : 1533.62 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 336.65 KGF

ACCELERACAO MAXIMA DO VEICULO
 A : 0.04 M/S²

FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO
 FORCA TOTAL : 604.00 KGF

ACCELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO
 A : 0.04 M/S²

RESULTADOS EM ACLIVE
 COM COEF. DE ATRITO : 0.60
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.015

RAMPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 G : 78.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 137.69 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1521.36 KGF

RAMPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 G : 50.3 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 542.97 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 814.46 KGF

RAMPA MAXIMA DECORRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO DE TRANSMISSAO

G : 158.9 %
FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 1022.41 KGF
FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1533.62 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

G : 50.3 %
FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 542.97 KGF
FORCA TRATIVA TRASEIRA : 314.46 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO

G : 58.6 %
FORCA TRATIVA TOTAL : 1709.05 KGF

PESO BRUTO DO VEICULO 4X4 : 2100.0 KGF
 DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DIANT/TRAS : 43.5 (%) / 56.5 (%)
 ALTURA DO CG : 0.80 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
 REDUCAO : 42.07
 DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANTEIRO/TRASEIRO : 40.0 / 60.0

RESULTADOS PARA TERRENO PLANO HORIZONTAL
 COM COEF. DE ATRITO : 0.20
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.100

FORCA TRATIVA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 DIANTEIRA : 171.16 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 DIANTEIRA : 165.89 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZACAO E RELACAO DE TR
 DIANTEIRA : 1022.41 KGF
 TRASEIRA : 1533.62 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA
 DIANTEIRA : 165.89 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO
 A : 0.04 M/S²

FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO
 FORCA TOTAL : 420.00 KGF

ACELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO
 A : 0.04 M/S²

RESULTADOS EM ACLIVE
 COM COEF. DE ATRITO : 0.80
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.015

RAMPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 G : 78.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 191.54 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 996.87 KGF

RAMPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 G : 55.2 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 405.82 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 608.72 KGF

RAMPA MAXIMA DECORRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO DE TRANSMISSAO

G : ***** %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 1022.41 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1533.62 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

G : 55.2 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 405.82 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 608.72 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO

G : 58.6 %

FORCA TRATIVA TOTAL : 1188.41 KGF

RAMPA MAXIMA DECORRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO DE TRANSMISSAO

G : 159.9 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 1278.02 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1278.02 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

G : 43.5 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 601.83 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 601.83 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO

G : 58.6 %

FORCA TRATIVA TOTAL : 1709.05 KGF

PESO BRUTO DO VEICULO 444 : 1020.0 KGF
 DISTRIBUICAO DE PESO CUSTICO DIANTE/TRAS : 40.1 (1) / 59.9 (1)
 ALTURA DO CG : 0.85 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.91 M
 REDUCCAO : 42.07
 DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANTEIRO/TRADEIRO : 50.0 / 50.0

RESULTADOS PARA TLEXAO PLANO HORIZONTAL
 COM COEF. DE ATRITO : 0.20
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.100

FORCA TRATIVA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 377.57 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 224.43 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZACAO E RELACAO DE T
 DIANTEIRA : 1278.02 KGF
 TRASEIRA : 1278.02 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 224.43 KGF

ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO
 A : 0.02 M/S²

FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIOARIO BLOQUEADO
 FORCA TOTAL : 604.00 KGF

ACELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO
 A : 0.04 M/S²

RESULTADOS EM ACLIVE
 COM COEF. DE ATRITO : 0.20
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.015

RAMPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 G : 78.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 187.69 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1921.33 KGF

RAMPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 G : 43.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 601.83 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 601.83 KGF

PESO BRUTO DO VEICULO 4X4 : 3020.0 KGF
 DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DIANT/TRAS : 40.1 (X) / 59.9 (X)
 ALTURA DO CG : 0.85 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
 REDUCAO : 44.66
 DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANTEIRO/TRASEIRO : 33.0 / 67.0

RESULTADOS PARA TERRENO PLANO HORIZONTAL
 COM COEF. DE ATRITO : 0.20
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.100

FORCA TRATIVA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 379.57 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 DIANTEIRA : 186.95 KGF
 TRASEIRA : 379.57 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZACAO E RELACAO DE TRA
 DIANTEIRA : 895.42 KGF
 TRASEIRA : 1817.98 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA
 DIANTEIRA : 186.95 KGF
 TRASEIRA : 379.57 KGF

ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO
 A : 0.04 M/S²

FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO
 FORCA TOTAL : 604.00 KGF

ACELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO
 A : 0.04 M/S²

RESULTADOS EM ACLIVE
 COM COEF. DE ATRITO : 0.80
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.015

RAMPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 G : 73.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 187.69 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1521.36 KGF

RAMPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 G : 55.0 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 430.18 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 974.92 KGF

RAMPA MAXIMA DECORRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO DE TRANSMISSAO

G : 204.7 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 895.42 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1817.98 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

G : 55.0 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 480.18 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 974.92 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO

G : 68.6 %

FORCA TRATIVA TOTAL : 1709.05 KGF

PESO BRUTO DO VEICULO 4X4 : 2100.0 KGF
 DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DIANT/TRAS : 43.5 (X) / 56.5 (X)
 ALTURA DO CG : 0.80 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
 REDUCAO : 44.66
 DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANTEIRO/TRASEIRO : 33.0 / 67.0

RESULTADOS PARA TERRENO PLANO HORIZONTAL
 COM COEF. DE ATRITO : 0.20
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.100

FORCA TRATIVA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 DIANTEIRA : 171.16 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 DIANTEIRA : 122.56 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZACAO E RELACAO DE TRA
 DIANTEIRA : 895.42 KGF
 TRASEIRA : 1817.98 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA
 DIANTEIRA : 122.56 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO
 A : 0.03 M/S²

FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO
 FORCA TOTAL : 420.00 KGF

ACELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO
 A : 0.04 M/S²

RESULTADOS EM ACLIVE
 COM COEF. DE ATRITO : 0.80
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.015

RANPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 G : 78.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 191.54 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 996.87 KGF

RANPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 G : 61.6 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 363.35 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 737.72 KGF

RAMPA MAXIMA DECORRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO DE TRANSMISSAO

G : ***** %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 895.42 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1817.96 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

G : 61.6 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 363.35 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 737.72 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO

G : 68.5 %

FORCA TRATIVA TOTAL : 1188.41 KGF

PESO BRUTO DO VEICULO 4X4 : 3020.0 KGF
DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DIANTI/TRAS : 40.1 (Z) / 59.9 (Z)
ALTURA DO CG : 0.85 M
DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
REDUCAO : 44.66
DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANTEIRO/TRASEIRO : 40.0 / 60.0

RESULTADOS PARA TERRENO PLANO HORIZONTAL
COM COEF. DE ATRITO : 0.20
E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.100

FORCA TRATIVA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
DIANTEIRA : 224.43 KGF
TRASEIRA : 379.57 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
DIANTEIRA : 224.43 KGF
TRASEIRA : 335.65 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZACAO E RELACAO DE TR
DIANTEIRA : 1085.36 KGF
TRASEIRA : 1628.04 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA
DIANTEIRA : 224.43 KGF
TRASEIRA : 336.65 KGF

ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO
A : 0.04 M/S²

FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO
FORCA TOTAL : 604.00 KGF

ACELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO
A : 0.04 M/S²

RESULTADOS EM ACLIVE
COM COEF. DE ATRITO : 0.80
E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.015

RAMPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
G : 78.5 %
FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 187.69 KGF
FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1521.36 KGF

RAMPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
G : 50.3 %
FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 542.97 KGF
FORCA TRATIVA TRASEIRA : 814.46 KGF

RAMPA MAXIMA DECORRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO DE TRANSMISSAO

G : 204.7 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 1085.36 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1628.04 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

G : 50.3 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 542.97 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 814.46 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO

G : 69.6 %

FORCA TRATIVA TOTAL : 1709.05 KGF

PESO BRUTO DO VEICULO 4X4 : 2100.0 KGF
 DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DIANT/TRAS : 43.5 (Z) / 56.5 (Z)
 ALTURA DO CG : 0.80 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
 REDUCAD : 44.66
 DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANTEIRO/TRASEIRO : 40.0 / 60.0

RESULTADOS PARA TERRENO PLANO HORIZONTAL
 COM COEF. DE ATRITO : 0.20
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.100

FORCA TRATIVA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 DIANTEIRA : 171.16 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 DIANTEIRA : 165.89 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZACAO E RELACAO DE TI
 DIANTEIRA : 1085.36 KGF
 TRASEIRA : 1628.04 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA
 DIANTEIRA : 165.89 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO
 A : 0.04 M/S²

FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO
 FORCA TOTAL : 420.00 KGF

ACELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO
 A : 0.04 M/S²

RESULTADOS EM ACLIVE
 COM COEF. DE ATRITO : 0.80
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.015

RAMPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 G : 72.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 191.54 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 996.97 KGF

RAMPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 G : 55.2 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 405.82 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 608.72 KGF

RAMPA MAXIMA DECORRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO DE TRANSMISSAO

G : ***** %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 1085.36 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1628.04 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

G : 55.2 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 405.82 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 608.72 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO

G : 58.6 %

FORCA TRATIVA TOTAL : 1188.41 KGF

PESO BRUTO DO VEICULO 4X4 : 3020.0 KGF
 DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DIANT/TRAS : 40.1 (X) / 59.9 (X)
 ALTURA DO CG : 0.85 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
 REDUCAO : 44.56
 DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANTEIRO/TRASEIRO : 50.0 / 50.0

RESULTADOS PARA TERRENO PLANO HORIZONTAL
 COM COEF. DE ATRITO : 0.20
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.100

FORCA TRATIVA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 379.57 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 224.43 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZACAO E RELACAO DE TR
 DIANTEIRA : 1356.70 KGF
 TRASEIRA : 1356.70 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 224.43 KGF

ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO
 A : 0.02 M/S²

FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO
 FORCA TOTAL : 604.00 KGF

ACELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO
 A : 0.04 M/S²

RESULTADOS EM ACLIVE
 COM COEF. DE ATRITO : 0.80
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.015

RAMPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 G : 78.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 187.69 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1521.36 KGF

RAMPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 G : 43.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 601.93 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 601.93 KGF

RAMPA MAXIMA DECURRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO DE TRANSMISSAO

G : 204.7 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 1356.70 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1356.70 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

G : 43.5 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 601.83 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 601.83 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO

G : 58.5 %

FORCA TRATIVA TOTAL : 1709.05 KGF

PESO BRUTO DO VEICULO 4X4 : 2100.0 KGF
 DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DIANT/TRAS : 43.5 (X) / 56.5 (X)
 ALTURA DO CG : 0.85 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
 REDUCAO : 44.66
 DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANTEIRO/TRASEIRO : 50.0 / 50.0

RESULTADOS PARA TERRENO PLANO HORIZONTAL
 COM COEF. DE ATRITO : 0.20
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.100

FORCA TRATIVA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 DIANTEIRA : 170.45 KGF
 TRASEIRA : 249.55 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 DIANTEIRA : 170.45 KGF
 TRASEIRA : 170.45 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZACAO E RELACAO DE TR
 DIANTEIRA : 1356.70 KGF
 TRASEIRA : 1356.70 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA
 DIANTEIRA : 170.45 KGF
 TRASEIRA : 170.45 KGF

ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO
 A : 0.03 M/S²

FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO
 FORCA TOTAL : 420.00 KGF

ACELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO
 A : 0.04 M/S²

RESULTADOS EM ACLIVE
 COM COEF. DE ATRITO : 0.80
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.015

RAMPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 G : 78.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 171.21 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1017.20 KGF

RAMPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 G : 46.9 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 445.98 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 445.98 KGF

RAMPA MAXIMA DECORRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO DE TRANSMISSAO

G : ***** %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 1356.70 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1356.70 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

G : 46.9 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 445.98 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 445.98 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO

G : 58.5 %

FORCA TRATIVA TOTAL : 1188.41 KGF

PESO BRUTO DO VEICULO 4X4 : 3020.0 KGF
 DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DIANT/TRAS : 40.1 (X) / 59.9 (X)
 ALTURA DO CG : 0.85 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
 REDUCAO : 50.05
 DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANTEIRO/TRASEIRO : 33.0 / 67.0

RESULTADOS PARA TERRENO PLANO HORIZONTAL
 COM COEF. DE ATRITO : 0.20
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.100

FORCA TRATIVA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 379.57 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 DIANTEIRA : 185.95 KGF
 TRASEIRA : 379.57 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZACAO E RELACAO DE TR
 DIANTEIRA : 1003.49 KGF
 TRASEIRA : 2037.39 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA
 DIANTEIRA : 185.95 KGF
 TRASEIRA : 379.57 KGF

ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO
 A : 0.04 M/S²

FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO
 FORCA TOTAL : 504.00 KGF

ACELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO
 A : 0.04 M/S²

RESULTADOS EM ACLIVE
 COM COEF. DE ATRITO : 0.80
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.015

RAMPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 G : 79.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 187.69 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1521.36 KGF

RAMPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 G : 55.0 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 430.18 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 974.92 KGF

RANPA MAXIMA DECORRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO DE TRANSMISSAO

G : ***** %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 1003.49 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 2037.39 KGF

RANPA MAXIMA EFETIVA

G : 55.0 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 480.18 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 974.92 KGF

RANPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO

G : 68.6 %

FORCA TRATIVA TOTAL : 1709.05 KGF

PESO BRUTO DO VEICULO 4X4 : 2100.0 KGF
 DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DIANT/TRAS : 43.5 (X) / 56.5 (X)
 ALTURA DO CG : 0.80 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
 REDUCAO : 50.05
 DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANTEIRO/TRASEIRO : 33.0 / 67.0

RESULTADOS PARA TERRENO PLANO HORIZONTAL
 COM COEF. DE ATRITO : 0.20
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.100

FORCA TRATIVA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 DIANTEIRA : 171.16 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 DIANTEIRA : 122.56 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZACAO E RELACAO DE TR
 DIANTEIRA : 1003.49 KGF
 TRASEIRA : 2037.39 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA
 DIANTEIRA : 122.56 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO
 A : 0.03 M/S²

FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO
 FORCA TOTAL : 420.00 KGF

ACELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO
 A : 0.04 M/S²

RESULTADOS EM ACLIVE
 COM COEF. DE ATRITO : 0.80
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.015

RANPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 G : 78.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 191.54 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 996.87 KGF

RANPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 G : 61.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 363.35 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 737.72 KGF

RAMPA MAXIMA DECORRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO DE TRANSMISSAO

G : ***** Z

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 1003.49 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 2037.39 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

G : 61.6 Z

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 363.35 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 737.72 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO

G : 68.6 Z

FORCA TRATIVA TOTAL : 1188.41 KGF

PESO BRUTO DO VEICULO 4X4 : 3020.0 KGF
 DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DIANT/TRAS : 40.1 (X) / 59.9 (X)
 ALTURA DO CG : 0.85 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
 REDUCAO : 50.05
 DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANTEIRO/TRASEIRO : 40.0 / 60.0

RESULTADOS PARA TERRENO PLANO HORIZONTAL
 COM COEF. DE ATRITO : 0.20
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.100

FORCA TRATIVA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 379.57 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 336.65 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZACAO E RELACAO DE TF
 DIANTEIRA : 1216.35 KGF
 TRASEIRA : 1824.53 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 336.65 KGF

ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO
 A : 0.04 M/S²

FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO
 FORCA TOTAL : 604.00 KGF

ACELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO
 A : 0.04 M/S²

RESULTADOS EM ACLIVE
 COM COEF. DE ATRITO : 0.30
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.015

RAMPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 G : 78.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 187.69 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1521.36 KGF

RAMPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 G : 50.3 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 542.97 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 814.46 KGF

RAMPA MAXIMA DECORRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO DE TRANSMISSAO

G : ***** %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 1216.35 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1824.53 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

G : 50.3 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 542.97 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 314.46 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO

G : 68.6 %

FORCA TRATIVA TOTAL : 1709.05 KGF

PESO BRUTO DO VEICULO 4X4 : 2100.0 KGF
 DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DIANT/TRAS : 43.5 (%) / 56.5 (%)
 ALTURA DO CG : 0.80 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
 REDUCAO : 50.05
 DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANTEIRO/TRASEIRO : 40.0 / 60.0

RESULTADOS PARA TERRENO PLANO HORIZONTAL
 COM COEF. DE ATRITO : 0.20
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.100

FORCA TRATIVA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 DIANTEIRA : 171.16 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 DIANTEIRA : 165.89 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZACAO E RELACAO DE TI
 DIANTEIRA : 1215.35 KGF
 TRASEIRA : 1824.53 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA
 DIANTEIRA : 165.89 KGF
 TRASEIRA : 248.84 KGF

ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO
 A : 0.04 M/S²

FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO
 FORCA TOTAL : 420.00 KGF

ACELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO
 A : 0.04 M/S²

RESULTADOS EM ACLIVE
 COM COEF. DE ATRITO : 0.80
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.015

RAMPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 G : 78.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 191.54 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 996.87 KGF

RAMPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 G : 55.2 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 405.82 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 608.72 KGF

RAMPA MAXIMA DECORRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO DE TRANSMISSAO

G : ***** %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 1216.35 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1924.53 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

G : 55.2 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 405.82 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 608.72 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO

G : 58.6 %

FORCA TRATIVA TOTAL : 1188.41 KGF

PESO BRUTO DO VEICULO 4X4 : 3020.0 KGF
 DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DIANT/TRAS : 40.1 (X) / 59.9 (X)
 ALTURA DO CG : 0.85 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
 REDUCAO : 50.35
 DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANTEIRO/TRASEIRO : 50.0 / 50.0

RESULTADOS PARA TERRENO PLANO HORIZONTAL
 COM COEF. DE ATRITO : 0.20
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.100

FORCA TRATIVA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 379.57 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 224.43 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZACAO E RELACAO DE TRI
 DIANTEIRA : 1520.44 KGF
 TRASEIRA : 1520.44 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA
 DIANTEIRA : 224.43 KGF
 TRASEIRA : 224.43 KGF

ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO
 A : 0.02 M/S²

FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO
 FORCA TOTAL : 604.00 KGF

ACELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO
 A : 0.04 M/S²

RESULTADOS EM ACLIVE
 COM COEF. DE ATRITO : 0.80
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.015

RAMPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 G : 78.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 187.69 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1521.36 KGF

RAMPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 G : 43.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 601.83 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 601.83 KGF

RAMPA MAXIMA DECORRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO DE TRANSMISSAO

G : ***** %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 1520.44 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1520.44 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

G : 43.5 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 601.83 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 601.83 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO

G : 58.6 %

FORCA TRATIVA TOTAL : 1709.05 KGF

PESO BRUTO DO VEICULO 4X4 : 2100.0 KGF
 DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DIANT/TRAS : 43.5 (X) / 56.5 (X)
 ALTURA DO CG : 0.85 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
 REDUCAO : 50.05
 DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANTEIRO/TRASEIRO : 50.0 / 50.0

RESULTADOS PARA TERRENO PLANO HORIZONTAL
 COM COEF. DE ATRITO : 0.20
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.100

FORCA TRATIVA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 DIANTEIRA : 170.45 KGF
 TRASEIRA : 249.55 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 DIANTEIRA : 170.45 KGF
 TRASEIRA : 170.45 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZACAO E RELACAO DE TRA
 DIANTEIRA : 1520.44 KGF
 TRASEIRA : 1520.44 KGF

FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA
 DIANTEIRA : 170.45 KGF
 TRASEIRA : 170.45 KGF

ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO
 A : 0.03 M/S²

FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO
 FORCA TOTAL : 420.00 KGF

ACELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO
 A : 0.04 M/S²

RESULTADOS EM ACLIVE
 COM COEF. DE ATRITO : 0.30
 E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : 0.015

RAMPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL
 G : 73.5 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 171.21 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1017.20 KGF

RAMPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE TORQUE
 G : 46.9 %
 FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 445.98 KGF
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 445.98 KGF

RAMPA MAXIMA DECORRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO DE TRANSMISSAO

G : ***** Z

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 1520.44 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1520.44 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

G : 46.9 %

FORCA TRATIVA DIANTEIRA : 445.98 KGF

FORCA TRATIVA TRASEIRA : 445.98 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO BLOQUEADO

G : 68.6 %

FORCA TRATIVA TOTAL : 1188.41 KGF

Pelos resultados obtidos, comparando os valores de aceleração máxima (sem bloqueio do 3º diferencial), e de aclive máximo (tabela 11-2), podemos observar que as melhores acelerações ocorrem quando temos divisão de torque de 33/67 e de 40/60, lembrando que são referentes a um terreno arenoso. Dentre estas duas razões de distribuição de torque, a de 33/67 é a que possibilita maior rampa máxima, qualquer que seja a carga ou redução total. Com bloqueio do diferencial, a rampa máxima é limitado pelas condições de atrito e rolamento do contato pneu-pavimento, e é de 69%.

Utilizando uma redução total de 44,66 (equivalente à reduzida de 2,24:1), o veículo será capaz de vencer aclives de até 200%, isto é, se as condições de atrito do pneu com o solo permitirem ($\mu > 1,0$).

redução total	peso bruto (kgf)	divisão de torque	aceleração s/bloqueio (m/s ²)	aclive s/bloqueio (%)	aceleração c/bloqueio (m/s ²)	aclive c/bloqueio (%)
44,66	3020	33/67	0,04	55,0	0,04	68,6
		40/60	0,04	50,3	0,04	68,6
		50/50	0,02	43,5	0,04	68,6
	2100	33/67	0,03	61,6	0,04	68,6
		40/60	0,04	55,2	0,04	68,6
		50/50	0,03	46,9	0,04	68,6
50,05	3020	33/67	0,04	55,0	0,04	68,6
		40/60	0,04	50,3	0,04	68,6
		50/50	0,02	43,5	0,04	68,6
	2100	33/67	0,03	61,6	0,04	68,6
		40/60	0,04	55,2	0,04	68,6
		50/50	0,02	46,9	0,04	68,6

tabela 11-2: Resultados de desempenho de veículo 4X4

11.7.4 DESEMPENHO GERAL

O veículo modificado para 4X4, também poderá ser usado em pistas de asfalto, onde não é requerida a tração nas quatro rodas para se ter um bom desempenho.

Para estas situações, na caixa de transferência temos a possibilidade de desengatar a tração no eixo dianteiro, tornando o veículo em 4X2.

Nestas condições, estudaremos o desempenho geral do veículo.

Faremos a análise do veículo só com motorista (peso bruto de 2200 kgf) e também com carga total (peso bruto de 3020 kgf).

Nas páginas seguintes, temos os resultados de desempenho , feitos com auxílio do computador (programas - ver anexos).

PESO BRUTO DO VEICULO : 3020.0 KGF

ROTACAO MINIMA DO MOTOR : 1000. RPM

ROTACAO MAXIMA DO MOTOR : 2800. RPM

COEF. DA CURVA TORQUE (M.KGF) X ROTACAO (1000 RPM) :

C0= 23.81029

C1= -10.47943

C2= 22.42284

C3= -11.75412

C4= 1.80041

COEF. DO RAIJ DINAMICO DO PNEU :

RDA= 0.00000

RDB= 0.00000

RDC= 0.37500

COEF. DA RESIST. AO ROLAMENTO :

CARL= 0.01700

CBRL= 0.00586

COEF. DE RESIST. AERODINAMICA :

CA= 0.65

AREA FRONTAL DO VEICULO :

AF= 3.0 M2

CAIXA DE MUDANCAS

NUMERO DE MARCHAS : 5

1A MARCHA : REDUCAO= 6.330 ; RENDIMENTO= .900

2A MARCHA : REDUCAO= 3.600 ; RENDIMENTO= .900

3A MARCHA : REDUCAO= 2.150 ; RENDIMENTO= .920

4A MARCHA : REDUCAO= 1.400 ; RENDIMENTO= .950

5A MARCHA : REDUCAO= 1.000 ; RENDIMENTO= .950

DIFERENCIAL

REDUCAO= 3.150 ; RENDIMENTO= .950

NUMERO DE PONTOS DE VELOCIDADE : 130

INCREMENTO DA VELOCIDADE : 1.00 KM/H

1A MARCHA

VELOC. (KM/H)	ROTACAO (RPM)	T.MOTOR (M.KGF)	F.TEOR. (KGF)	R.ROL. (KGF)	R.AER. (KGF)	R.TOT. (KGF)	F.EFET. (KGF)	ACEL. (M/S2)	ACLIVE (%)
8.0	1128	26.6	1208	51	1	52	1156	1.844	41.4
9.0	1269	27.3	1240	51	1	52	1188	1.895	42.8
10.0	1410	27.8	1263	52	1	52	1211	1.931	43.8
11.0	1551	28.1	1276	52	1	53	1223	1.951	44.3
12.0	1693	28.1	1277	52	1	53	1224	1.953	44.3
13.0	1834	27.9	1267	52	2	53	1214	1.937	43.9
14.0	1975	27.4	1247	52	2	54	1193	1.903	43.0
15.0	2116	26.8	1217	52	2	54	1163	1.856	41.7
16.0	2257	26.0	1180	52	2	54	1126	1.797	40.2

17.0	2398	25.1	1140	52	3	55	1085	1.732	38.5
18.0	2539	24.2	1100	52	3	55	1045	1.667	36.9
19.0	2680	23.4	1064	52	3	55	1008	1.609	35.4

2A MARCHA

VELCC. (KM/H)	ROTACAO (RPM)	T.MOTOR (M.KGF)	F.TEOR. (KGF)	R.ROL. (KGF)	R.AER. (KGF)	R.TOT. (KGF)	F.EFET. (KGF)	ACEL. (M/S2)	ACLIVE (%)
13.0	1043	26.1	674	52	2	53	621	1.479	21.0
14.0	1123	26.5	686	52	2	54	633	1.508	21.4
15.0	1203	27.0	697	52	2	54	643	1.533	21.8
16.0	1283	27.3	707	52	2	54	652	1.555	22.1
17.0	1364	27.6	715	52	3	55	660	1.573	22.4
18.0	1444	27.9	721	52	3	55	666	1.586	22.6
19.0	1524	28.0	725	52	3	55	669	1.595	22.7
20.0	1604	28.1	727	52	4	56	671	1.599	22.8
21.0	1684	28.1	726	52	4	56	670	1.597	22.8
22.0	1765	28.0	724	52	5	57	667	1.591	22.7
23.0	1845	27.8	720	52	5	57	663	1.579	22.5
24.0	1925	27.5	714	52	5	58	656	1.563	22.3
25.0	2005	27.3	706	52	6	58	647	1.543	21.9
26.0	2086	26.9	696	53	6	59	637	1.519	21.6
27.0	2166	26.5	685	53	7	59	626	1.491	21.2
28.0	2246	26.0	673	53	7	60	613	1.461	20.7
29.0	2326	25.5	660	53	8	61	599	1.429	20.2
30.0	2406	25.0	647	53	8	61	585	1.395	19.8
31.0	2487	24.5	634	53	9	62	572	1.362	19.3
32.0	2567	24.0	621	53	10	63	558	1.330	18.8
33.0	2647	23.6	609	53	10	64	546	1.301	18.4
34.0	2727	23.2	599	53	11	64	535	1.275	18.0

3A MARCHA

VELCC. (KM/H)	ROTACAO (RPM)	T.MOTOR (M.KGF)	F.TEOR. (KGF)	R.ROL. (KGF)	R.AER. (KGF)	R.TOT. (KGF)	F.EFET. (KGF)	ACEL. (M/S2)	ACLIVE (%)
21.0	1006	25.8	408	52	4	56	352	0.988	11.7
22.0	1054	26.1	413	52	5	57	356	1.000	11.9
23.0	1102	26.4	417	52	5	57	360	1.011	12.0
24.0	1150	26.7	421	52	5	58	363	1.021	12.1
25.0	1198	26.9	425	52	6	58	367	1.031	12.2
26.0	1246	27.2	429	53	6	59	370	1.040	12.3
27.0	1293	27.4	432	53	7	59	373	1.047	12.4
28.0	1341	27.6	435	53	7	60	375	1.054	12.5
29.0	1389	27.7	438	53	8	61	377	1.059	12.6
30.0	1437	27.9	440	53	8	61	378	1.063	12.6
31.0	1485	28.0	441	53	9	62	379	1.066	12.7
32.0	1533	28.0	443	53	10	63	380	1.067	12.7
33.0	1581	28.1	443	53	10	64	380	1.068	12.7
34.0	1629	28.1	444	53	11	64	379	1.066	12.7
35.0	1677	28.1	444	54	12	65	379	1.064	12.6
36.0	1725	28.1	443	54	12	66	377	1.060	12.6
37.0	1773	28.0	442	54	13	67	375	1.055	12.5
38.0	1820	27.9	440	54	14	67	373	1.048	12.4
39.0	1868	27.8	439	54	14	68	370	1.040	12.4
40.0	1916	27.6	436	54	15	69	367	1.031	12.2
41.0	1964	27.5	433	54	16	70	363	1.021	12.1

42.0	2012	27.3	430	54	17	71	359	1.010	12.0
43.0	2060	27.0	427	55	17	72	355	0.997	11.8
44.0	2108	26.8	423	55	18	73	350	0.984	11.7
45.0	2156	26.6	419	55	19	74	345	0.970	11.5
46.0	2204	26.3	415	55	20	75	340	0.955	11.3
47.0	2252	26.0	410	55	21	76	334	0.939	11.1
48.0	2299	25.7	406	55	22	77	329	0.923	10.9
49.0	2347	25.4	401	56	23	78	323	0.907	10.7
50.0	2395	25.1	396	56	24	79	317	0.890	10.5
51.0	2443	24.8	391	56	24	80	311	0.873	10.3
52.0	2491	24.5	386	56	25	82	305	0.857	10.1
53.0	2539	24.2	382	56	26	83	299	0.840	10.0
54.0	2587	23.9	377	57	27	84	293	0.824	9.8
55.0	2635	23.6	373	57	28	85	288	0.809	9.6
56.0	2683	23.4	369	57	29	86	283	0.795	9.4
57.0	2731	23.2	366	57	31	88	278	0.781	9.2
58.0	2779	23.0	363	57	32	89	274	0.769	9.1

4A MARCHA

VELOC. (KM/H)	ROTACAO (RPM)	T.MOTOR (N.KGF)	F.TEOR. (KGF)	R.ROL. (KGF)	R.AER. (KGF)	R.TOT. (KGF)	F.EFET. (KGF)	ACEL. (M/S ²)	ACLIVE (%)
33.0	1029	26.0	276	53	10	64	212	0.633	7.0
34.0	1061	26.2	278	53	11	64	214	0.637	7.1
35.0	1092	26.4	280	54	12	65	215	0.640	7.1
36.0	1123	26.5	282	54	12	66	216	0.643	7.2
37.0	1154	26.7	283	54	13	67	217	0.646	7.2
38.0	1185	26.9	285	54	14	67	218	0.649	7.2
39.0	1217	27.0	287	54	14	68	219	0.651	7.3
40.0	1248	27.2	288	54	15	69	219	0.653	7.3
41.0	1279	27.3	290	54	16	70	220	0.655	7.3
42.0	1310	27.4	291	54	17	71	220	0.656	7.3
43.0	1341	27.6	292	55	17	72	220	0.657	7.3
44.0	1373	27.7	294	55	18	73	221	0.658	7.3
45.0	1404	27.8	295	55	19	74	221	0.658	7.3
46.0	1435	27.8	296	55	20	75	221	0.657	7.3
47.0	1466	27.9	296	55	21	76	220	0.657	7.3
48.0	1497	28.0	297	55	22	77	220	0.656	7.3
49.0	1529	28.0	298	56	23	78	219	0.654	7.3
50.0	1560	28.1	298	56	24	79	219	0.652	7.3
51.0	1591	28.1	298	56	24	80	218	0.649	7.2
52.0	1622	28.1	298	56	25	82	217	0.646	7.2
53.0	1653	28.1	298	56	26	83	216	0.643	7.2
54.0	1684	28.1	298	57	27	84	214	0.639	7.1
55.0	1716	28.1	298	57	28	85	213	0.634	7.1
56.0	1747	28.0	298	57	29	86	211	0.630	7.0
57.0	1778	28.0	297	57	31	88	209	0.624	7.0
58.0	1809	27.9	296	57	32	89	207	0.618	6.9
59.0	1840	27.9	296	58	33	90	205	0.612	6.8
60.0	1872	27.8	295	58	34	92	203	0.606	6.7
61.0	1903	27.7	294	58	35	93	201	0.599	6.7
62.0	1934	27.6	293	58	36	94	198	0.591	6.6
63.0	1965	27.5	291	58	37	96	196	0.583	6.5
64.0	1996	27.3	290	59	39	97	193	0.575	6.4
65.0	2028	27.2	289	59	40	99	190	0.567	6.3
66.0	2059	27.1	287	59	41	100	187	0.558	6.2
67.0	2090	26.9	285	59	42	101	184	0.548	6.1
68.0	2121	26.7	284	60	43	103	181	0.539	6.0

								130	
69.0	2152	26.6	282	60	45	105	177	0.529	5.9
70.0	2184	26.4	280	60	46	106	174	0.519	5.8
71.0	2215	26.2	278	60	47	108	171	0.508	5.7
72.0	2246	26.0	276	61	49	109	167	0.498	5.5
73.0	2277	25.8	274	61	50	111	163	0.487	5.4
74.0	2308	25.6	272	61	51	113	160	0.476	5.3
75.0	2340	25.4	270	61	53	114	156	0.465	5.2
76.0	2371	25.2	268	62	54	116	152	0.453	5.0
77.0	2402	25.0	266	62	56	118	148	0.442	4.9
78.0	2433	24.8	264	62	57	119	144	0.430	4.8
79.0	2464	24.6	262	62	59	121	141	0.419	4.7
80.0	2496	24.5	260	63	60	123	137	0.407	4.5
81.0	2527	24.3	257	63	62	125	133	0.396	4.4
82.0	2558	24.1	255	63	63	126	129	0.385	4.3
83.0	2589	23.9	254	64	65	128	125	0.373	4.2
84.0	2620	23.7	252	64	66	130	121	0.362	4.0
85.0	2652	23.5	250	64	68	132	118	0.351	3.9
86.0	2683	23.4	248	64	70	134	114	0.341	3.8
87.0	2714	23.2	247	65	71	136	111	0.330	3.7
88.0	2745	23.1	245	65	73	138	107	0.320	3.6
89.0	2776	23.0	244	65	74	140	104	0.310	3.4

5A MARCHA

VELOC. (KM/H)	ROTACAO (RPM)	T.MOTOR (M.KGF)	F.TEOR. (KGF)	R.ROL. (KGF)	R.AER. (KGF)	R.TOT. (KGF)	F.EFET. (KGF)	ACEL. (M/S2)	ACTIVE (X)
45.0	1003	25.8	196	55	19	74	122	0.371	4.0
46.0	1025	26.0	197	55	20	75	122	0.371	4.0
47.0	1047	26.1	198	55	21	76	122	0.371	4.0
48.0	1070	26.2	199	55	22	77	122	0.371	4.0
49.0	1092	26.4	200	56	23	78	122	0.371	4.0
50.0	1114	26.5	201	56	24	79	122	0.370	4.0
51.0	1136	26.6	202	56	24	80	121	0.370	4.0
52.0	1159	26.7	203	56	25	82	121	0.369	4.0
53.0	1181	26.8	204	56	26	83	121	0.368	4.0
54.0	1203	27.0	204	57	27	84	120	0.367	4.0
55.0	1225	27.1	205	57	28	85	120	0.366	4.0
56.0	1248	27.2	206	57	29	86	120	0.365	4.0
57.0	1270	27.3	207	57	31	88	119	0.363	3.9
58.0	1292	27.4	207	57	32	89	119	0.361	3.9
59.0	1315	27.5	208	58	33	90	118	0.359	3.9
60.0	1337	27.5	209	58	34	92	117	0.357	3.9
61.0	1359	27.6	209	58	35	93	116	0.355	3.9
62.0	1381	27.7	210	58	36	94	116	0.352	3.8
63.0	1404	27.8	210	58	37	96	115	0.350	3.8
64.0	1426	27.8	211	59	39	97	114	0.347	3.8
65.0	1448	27.9	211	59	40	99	113	0.344	3.7
66.0	1471	27.9	212	59	41	100	112	0.340	3.7
67.0	1493	28.0	212	59	42	101	111	0.337	3.7
68.0	1515	28.0	212	60	43	103	109	0.333	3.6
69.0	1537	28.0	213	60	45	105	108	0.329	3.6
70.0	1560	28.1	213	60	46	106	107	0.325	3.5
71.0	1582	28.1	213	60	47	108	105	0.321	3.5
72.0	1604	28.1	213	61	49	109	104	0.316	3.4
73.0	1627	28.1	213	61	50	111	102	0.311	3.4
74.0	1649	28.1	213	61	51	113	101	0.306	3.3
75.0	1671	28.1	213	61	53	114	99	0.301	3.3
76.0	1693	28.1	213	62	54	116	97	0.296	3.2

77.0	1716	28.1	213	62	56	118	95	0.290	3.2
78.0	1738	28.0	213	62	57	119	93	0.284	3.1
79.0	1760	28.0	212	62	59	121	91	0.278	3.0
80.0	1783	28.0	212	63	60	123	89	0.272	3.0
81.0	1805	27.9	212	63	62	125	87	0.266	2.9
82.0	1827	27.9	211	63	63	126	85	0.259	2.8
83.0	1849	27.8	211	64	65	128	83	0.252	2.7
84.0	1872	27.8	211	64	66	130	80	0.245	2.7
85.0	1894	27.7	210	64	68	132	78	0.238	2.6
86.0	1916	27.6	209	64	70	134	76	0.230	2.5
87.0	1939	27.6	209	65	71	136	73	0.222	2.4
88.0	1961	27.5	208	65	73	138	70	0.215	2.3
89.0	1983	27.4	208	65	74	140	68	0.207	2.2
90.0	2005	27.3	207	66	76	142	65	0.198	2.2
91.0	2028	27.2	206	66	78	144	62	0.190	2.1
92.0	2050	27.1	205	66	80	146	59	0.181	2.0
93.0	2072	27.0	205	67	81	148	57	0.173	1.9
94.0	2094	26.9	204	67	83	150	54	0.164	1.8
95.0	2117	26.8	203	67	85	152	51	0.154	1.7
96.0	2139	26.6	202	68	87	154	48	0.145	1.6
97.0	2161	26.5	201	68	88	156	45	0.136	1.5
98.0	2184	26.4	200	68	90	159	41	0.126	1.4
99.0	2206	26.3	199	69	92	161	38	0.117	1.3
100.0	2228	26.1	198	69	94	163	35	0.107	1.2
101.0	2250	26.0	197	69	96	165	32	0.097	1.1
102.0	2273	25.9	196	70	98	168	28	0.087	0.9
103.0	2295	25.7	195	70	100	170	25	0.077	0.8
104.0	2317	25.6	194	70	102	172	22	0.066	0.7
105.0	2340	25.4	193	71	104	175	18	0.056	0.6
106.0	2362	25.3	192	71	106	177	15	0.046	0.5
107.0	2384	25.2	191	72	108	179	11	0.035	0.4
108.0	2406	25.0	190	72	110	182	8	0.024	0.3
109.0	2429	24.9	189	72	112	184	4	0.014	0.1
110.0	2451	24.7	188	73	114	187	1	0.003	0.0

VELOC. (KM/H)	DISTANCIA (M)	TIEMPO (S)	MARCHA
0.0	0.00	0.0	1
1.0	0.02	0.1	1
2.0	0.08	0.3	1
3.0	0.18	0.4	1
4.0	0.32	0.6	1
5.0	0.49	0.7	1
6.0	0.71	0.9	1
7.0	0.97	1.0	1
8.0	1.26	1.1	1
9.0	1.60	1.3	1
10.0	1.93	1.4	1
11.0	2.39	1.6	1
12.0	2.84	1.7	1
13.0	3.38	1.8	1
14.0	3.96	2.0	1
15.0	4.60	2.1	1
16.0	5.30	2.3	1
17.0	6.06	2.5	1
18.0	6.90	2.6	1
19.0	10.35	3.3	2
20.0	11.34	3.5	2
21.0	12.38	3.6	2
22.0	13.47	3.8	2
23.0	14.61	4.0	2
24.0	15.81	4.2	2
25.0	17.08	4.3	2
26.0	18.41	4.5	2
27.0	19.83	4.7	2
28.0	21.32	4.9	2
29.0	22.89	5.1	2
30.0	24.56	5.3	2
31.0	26.32	5.5	2
32.0	28.18	5.7	2
33.0	30.15	5.9	2
34.0	37.23	6.7	3
35.0	39.80	6.9	3
36.0	42.45	7.2	3
37.0	45.19	7.5	3
38.0	48.01	7.7	3
39.0	50.93	8.0	3
40.0	53.95	8.2	3
41.0	57.07	8.5	3
42.0	60.30	8.8	3
43.0	63.64	9.1	3
44.0	67.11	9.3	3
45.0	70.70	9.6	3
46.0	74.43	9.9	3
47.0	78.30	10.2	3
48.0	82.32	10.5	3
49.0	86.49	10.8	3
50.0	90.83	11.1	3
51.0	95.33	11.4	3
52.0	100.01	11.8	3
53.0	104.88	12.1	3
54.0	109.93	12.4	3
55.0	115.17	12.8	3

56.0	120.61	13.1	3
57.0	126.24	13.5	3
58.0	141.42	14.4	4
59.0	148.88	14.9	4
60.0	156.55	15.3	4
61.0	164.43	15.8	4
62.0	172.53	16.2	4
63.0	180.88	16.7	4
64.0	189.47	17.2	4
65.0	198.32	17.7	4
66.0	207.45	18.2	4
67.0	216.86	18.7	4
68.0	226.59	19.2	4
69.0	236.63	19.7	4
70.0	247.01	20.2	4
71.0	257.76	20.8	4
72.0	268.88	21.3	4
73.0	280.40	21.9	4
74.0	292.34	22.5	4
75.0	304.73	23.1	4
76.0	317.59	23.7	4
77.0	330.95	24.3	4
78.0	344.84	24.9	4
79.0	359.28	25.6	4
80.0	374.31	26.3	4
81.0	389.97	26.9	4
82.0	406.28	27.7	4
83.0	423.29	28.4	4
84.0	441.02	29.1	4
85.0	459.51	29.9	4
86.0	478.81	30.7	4
87.0	498.95	31.6	4
88.0	519.96	32.4	4
89.0	564.98	34.2	5
90.0	599.48	35.6	5
91.0	635.85	37.0	5
92.0	674.31	38.5	5
93.0	715.10	40.1	5
94.0	758.49	41.8	5
95.0	804.82	43.5	5
96.0	854.51	45.4	5
97.0	908.03	47.3	5
98.0	966.02	49.5	5
99.0	1029.23	51.7	5
100.0	1098.64	54.2	5
101.0	1175.55	57.0	5
102.0	1261.60	60.0	5
103.0	1359.38	63.4	5
104.0	1472.15	67.3	5
105.0	1605.21	71.8	5
106.0	1767.99	77.3	5
107.0	1973.13	84.2	5
108.0	2255.23	93.5	5
109.0	2699.31	106.1	5
110.0	3724.76	141.5	5
0.0	0.00	0.0	0
0.0	0.00	0.0	0
0.0	0.00	0.0	0
0.0	0.00	0.0	0
0.0	0.00	0.0	0

PESO BRUTO DO VEICULO : 2200.0 KGF

ROTACAO MINIMA DO MOTOR : 1000. RPM

ROTACAO MAXIMA DO MOTOR : 2800. RPM

COEF. DA CURVA TORQUE (M.KGF) X ROTACAO (1000 RPM) :

C0= 23.81029

C1= -10.47943

C2= 22.42284

C3= -11.75412

C4= -1.80041

COEF. DO RAO DINAMICO DO PNEU :

RDA= 0.00000

RDB= 0.00000

RDC= 0.37500

COEF. DA RESIST. AO ROLAMENTO :

CARL= 0.01700

CBRL= 0.00586

COEF. DE RESIST. AERODINAMICA :

CA= 0.65

AREA FRONTAL DO VEICULO :

AF= 3.0 M2

CAIXA DE MUDANCAS

NUMERO DE MARCHAS : 5

1A MARCHA : REDUCAO= 6.350 ; RENDIMENTO= .900

2A MARCHA : REDUCAO= 3.600 ; RENDIMENTO= .900

3A MARCHA : REDUCAO= 2.150 ; RENDIMENTO= .920

4A MARCHA : REDUCAO= 1.400 ; RENDIMENTO= .950

5A MARCHA : REDUCAO= 1.000 ; RENDIMENTO= .950

DIFERENCIAL

REDUCAO= 3.150 ; RENDIMENTO= .950

NUMERO DE PONTOS DE VELOCIDADE : 130

INCREMENTO DA VELOCIDADE : 1.00 KM/H

1A MARCHA

VELOC. (KM/H)	ROTACAO (RPM)	T.MOTOR (M.KGF)	F.TEOR. (KGF)	R.ROL. (KGF)	R.AER. (KGF)	R.TOT. (KGF)	F.EFET. (KGF)	ACEL. (M/S2)	ACLIVE (%)
8.0	1128	26.6	1208	37	1	38	1170	2.562	62.8
9.0	1259	27.3	1240	38	1	38	1202	2.631	65.2
10.0	1410	27.8	1263	38	1	38	1225	2.682	67.0
11.0	1551	28.1	1276	38	1	39	1237	2.709	68.0
12.0	1693	28.1	1277	38	1	39	1238	2.712	68.1
13.0	1834	27.9	1267	38	2	39	1228	2.689	67.3
14.0	1975	27.4	1247	38	2	39	1207	2.644	65.6
15.0	2116	26.8	1217	38	2	40	1177	2.578	63.3
16.0	2257	26.0	1180	38	2	40	1140	2.497	60.6

17.0	2398	25.1	1140	38	3	40	1099	2.408	57.7
18.0	2539	24.2	1100	38	3	41	1059	2.319	54.9
19.0	2680	23.4	1064	38	3	41	1023	2.240	52.5

2A MARCHA

VELUC. (KM/H)	ROTACAO (RPM)	T.MOTOR (M.KGF)	F.TEOR. (KGF)	R.ROL. (KGF)	R.AER. (KGF)	R.TOT. (KGF)	F.EFET. (KGF)	ACEL. (M/S ²)	ACLIV (%)
13.0	1043	26.1	674	38	2	39	635	2.077	30.1
14.0	1123	26.5	686	38	2	39	647	2.116	30.7
15.0	1203	27.0	697	38	2	40	657	2.151	31.3
16.0	1283	27.3	707	38	2	40	667	2.181	31.8
17.0	1364	27.5	715	38	3	40	674	2.205	32.2
18.0	1444	27.9	721	38	3	41	680	2.224	32.5
19.0	1524	28.0	725	38	3	41	683	2.236	32.7
20.0	1604	28.1	727	38	4	42	685	2.241	32.8
21.0	1684	28.1	726	38	4	42	684	2.239	32.7
22.0	1765	28.0	724	38	5	43	682	2.230	32.6
23.0	1845	27.8	720	38	5	43	677	2.215	32.3
24.0	1925	27.5	714	38	5	44	670	2.193	32.0
25.0	2005	27.3	706	38	6	44	662	2.165	31.5
26.0	2086	26.9	696	38	6	45	651	2.131	31.0
27.0	2166	26.5	685	38	7	45	640	2.093	30.4
28.0	2246	26.0	673	38	7	46	627	2.052	29.7
29.0	2326	25.5	660	38	8	46	614	2.008	29.0
30.0	2406	25.0	647	39	8	47	600	1.963	28.3
31.0	2487	24.5	634	39	9	48	586	1.917	27.6
32.0	2567	24.0	621	39	10	48	573	1.874	27.0
33.0	2647	23.6	609	39	10	49	560	1.833	26.3
34.0	2727	23.2	599	39	11	50	550	1.798	25.8

3A MARCHA

VELUC. (KM/H)	ROTACAO (RPM)	T.MOTOR (M.KGF)	F.TEOR. (KGF)	R.ROL. (KGF)	R.AER. (KGF)	R.TOT. (KGF)	F.EFET. (KGF)	ACEL. (M/S ²)	ACLIV (%)
21.0	1006	25.8	408	38	4	42	366	1.411	16.9
22.0	1054	26.1	413	38	5	43	370	1.427	17.1
23.0	1102	26.4	417	38	5	43	374	1.442	17.2
24.0	1150	26.7	421	38	5	44	378	1.457	17.4
25.0	1198	26.9	425	38	6	44	381	1.470	17.6
26.0	1246	27.2	429	38	6	45	384	1.482	17.7
27.0	1293	27.4	432	38	7	45	387	1.493	17.9
28.0	1341	27.6	435	38	7	46	389	1.502	18.0
29.0	1389	27.7	438	38	8	46	391	1.509	18.1
30.0	1437	27.9	440	39	8	47	393	1.515	18.1
31.0	1485	28.0	441	39	9	48	394	1.519	18.2
32.0	1533	28.0	443	39	10	48	394	1.521	18.2
33.0	1581	28.1	443	39	10	49	394	1.521	18.2
34.0	1629	28.1	444	39	11	50	394	1.520	18.2
35.0	1677	28.1	444	39	12	50	393	1.516	18.2
36.0	1725	28.1	443	39	12	51	392	1.511	18.1
37.0	1773	28.0	442	39	13	52	390	1.504	18.0
38.0	1820	27.9	440	39	14	53	388	1.495	17.9
39.0	1868	27.8	439	39	14	54	385	1.485	17.8
40.0	1916	27.6	436	39	15	55	382	1.472	17.6
41.0	1964	27.5	433	40	16	55	378	1.459	17.4

42.0	2012	27.3	430	40	17	56	374	1.443	17.3
43.0	2060	27.0	427	40	17	57	370	1.426	17.0
44.0	2108	26.8	423	40	18	58	365	1.408	16.8
45.0	2156	26.6	419	40	19	59	360	1.389	16.6
46.0	2204	26.3	415	40	20	60	355	1.369	16.3
47.0	2252	26.0	410	40	21	61	349	1.347	16.1
48.0	2299	25.7	406	40	22	62	344	1.326	15.8
49.0	2347	25.4	401	40	23	63	338	1.303	15.5
50.0	2395	25.1	396	41	24	64	332	1.280	15.3
51.0	2443	24.8	391	41	24	65	326	1.258	15.0
52.0	2491	24.5	386	41	25	66	320	1.235	14.7
53.0	2539	24.2	382	41	26	67	314	1.213	14.4
54.0	2587	23.9	377	41	27	69	309	1.191	14.2
55.0	2635	23.6	373	41	28	70	303	1.170	13.9
56.0	2683	23.4	369	41	29	71	298	1.150	13.7
57.0	2731	23.2	366	42	31	72	294	1.132	13.5
58.0	2779	23.0	363	42	32	73	289	1.116	13.3

4A MARCHA

VELOC. (KM/H)	ROTACAO (RPM)	T.MOTOR (M.KGF)	F.TEOR. (KGF)	R.ROL. (KGF)	R.AER. (KGF)	R.TOT. (KGF)	F.EFET. (KGF)	ACEL. (M/S ²)	ACTIVE (%)
33.0	1029	26.0	276	39	10	49	227	0.928	10.4
34.0	1061	26.2	278	39	11	50	228	0.933	10.4
35.0	1092	26.4	280	39	12	50	229	0.938	10.5
36.0	1123	26.5	282	39	12	51	230	0.943	10.5
37.0	1154	26.7	283	39	13	52	231	0.947	10.6
38.0	1185	26.9	285	39	14	53	232	0.951	10.6
39.0	1217	27.0	287	39	14	54	233	0.954	10.7
40.0	1248	27.2	288	39	15	55	234	0.957	10.7
41.0	1279	27.3	290	40	16	55	235	0.960	10.7
42.0	1310	27.4	291	40	17	56	235	0.962	10.7
43.0	1341	27.6	292	40	17	57	235	0.963	10.8
44.0	1373	27.7	294	40	18	58	236	0.964	10.8
45.0	1404	27.8	295	40	19	59	236	0.964	10.8
46.0	1435	27.8	296	40	20	60	236	0.964	10.8
47.0	1466	27.9	296	40	21	61	235	0.963	10.8
48.0	1497	28.0	297	40	22	62	235	0.961	10.7
49.0	1529	28.0	298	40	23	63	234	0.959	10.7
50.0	1560	28.1	298	41	24	64	234	0.957	10.7
51.0	1591	28.1	298	41	24	65	233	0.953	10.6
52.0	1622	28.1	298	41	25	66	232	0.949	10.6
53.0	1653	28.1	298	41	26	67	231	0.945	10.6
54.0	1684	28.1	298	41	27	69	230	0.940	10.5
55.0	1716	28.1	298	41	28	70	228	0.934	10.4
56.0	1747	28.0	298	41	29	71	227	0.927	10.4
57.0	1778	28.0	297	42	31	72	225	0.920	10.3
58.0	1809	27.9	296	42	32	73	223	0.913	10.2
59.0	1840	27.9	296	42	33	75	221	0.904	10.1
60.0	1872	27.8	295	42	34	76	219	0.896	10.0
61.0	1903	27.7	294	42	35	77	217	0.886	9.9
62.0	1934	27.6	293	42	36	79	214	0.876	9.8
63.0	1965	27.5	291	43	37	80	212	0.866	9.7
64.0	1996	27.3	290	43	39	81	209	0.855	9.5
65.0	2028	27.2	289	43	40	83	206	0.843	9.4
66.0	2059	27.1	287	43	41	84	203	0.831	9.3
67.0	2090	26.9	285	43	42	85	200	0.819	9.1
68.0	2121	26.7	284	43	43	87	197	0.806	9.0

69.0	2152	26.6	282	44	45	88	194	0.793	8.8
70.0	2184	26.4	280	44	46	90	190	0.779	8.7
71.0	2215	26.2	278	44	47	91	187	0.765	8.5
72.0	2246	26.0	276	44	49	93	183	0.750	8.4
73.0	2277	25.8	274	44	50	94	180	0.736	8.2
74.0	2308	25.6	272	44	51	96	176	0.721	8.0
75.0	2340	25.4	270	45	53	98	173	0.706	7.9
76.0	2371	25.2	268	45	54	99	169	0.691	7.7
77.0	2402	25.0	266	45	56	101	165	0.675	7.5
78.0	2433	24.8	264	45	57	102	161	0.660	7.3
79.0	2464	24.6	262	45	59	104	157	0.644	7.2
80.0	2496	24.5	260	46	60	106	154	0.629	7.0
81.0	2527	24.3	257	46	62	108	150	0.613	6.8
82.0	2558	24.1	255	46	63	109	146	0.598	6.7
83.0	2589	23.9	254	46	65	111	142	0.583	6.5
84.0	2620	23.7	252	46	66	113	139	0.568	6.3
85.0	2652	23.5	250	47	68	115	135	0.553	6.2
86.0	2683	23.4	248	47	70	116	132	0.539	6.0
87.0	2714	23.2	247	47	71	118	128	0.525	5.8
88.0	2745	23.1	245	47	73	120	125	0.511	5.7
89.0	2776	23.0	244	48	74	122	122	0.498	5.5

A MARCHA

VELOC. (KM/H)	ROTACAO (RPM)	I. MOTOR (N.KGF)	F. TEOR. (KGF)	R. ROL. (KGF)	R. AER. (KGF)	R. TOT. (KGF)	F. EFET. (KGF)	ACEL. (M/S ²)	AC LIVE (%)
45.0	1003	25.8	196	40	19	59	137	0.572	6.2
46.0	1025	26.0	197	40	20	60	137	0.572	6.2
47.0	1047	26.1	198	40	21	61	137	0.572	6.2
48.0	1070	26.2	199	40	22	62	137	0.572	6.2
49.0	1092	26.4	200	40	23	63	137	0.572	6.2
50.0	1114	26.5	201	41	24	64	137	0.572	6.2
51.0	1136	26.6	202	41	24	65	137	0.571	6.2
52.0	1159	26.7	203	41	25	66	136	0.570	6.2
53.0	1181	26.8	204	41	26	67	136	0.569	6.2
54.0	1203	27.0	204	41	27	69	136	0.568	6.2
55.0	1225	27.1	205	41	28	70	135	0.567	6.2
56.0	1248	27.2	206	41	29	71	135	0.565	6.2
57.0	1270	27.3	207	42	31	72	135	0.563	6.1
58.0	1292	27.4	207	42	32	73	134	0.561	6.1
59.0	1315	27.5	208	42	33	75	134	0.559	6.1
60.0	1337	27.6	209	42	34	76	133	0.556	6.1
61.0	1359	27.6	209	42	35	77	132	0.553	6.0
62.0	1381	27.7	210	42	36	79	131	0.550	6.0
63.0	1404	27.8	210	43	37	80	131	0.546	5.9
64.0	1426	27.8	211	43	39	81	130	0.543	5.9
65.0	1448	27.9	211	43	40	83	129	0.539	5.9
66.0	1471	27.9	212	43	41	84	128	0.534	5.8
67.0	1493	28.0	212	43	42	85	127	0.530	5.8
68.0	1515	28.0	212	43	43	87	126	0.525	5.7
69.0	1537	28.0	213	44	45	88	124	0.520	5.7
70.0	1560	28.1	213	44	46	90	123	0.515	5.6
71.0	1582	28.1	213	44	47	91	122	0.509	5.5
72.0	1604	28.1	213	44	49	93	120	0.503	5.5
73.0	1627	28.1	213	44	50	94	119	0.497	5.4
74.0	1649	28.1	213	44	51	96	117	0.490	5.3
75.0	1671	28.1	213	45	53	98	116	0.483	5.3
76.0	1693	28.1	213	45	54	99	114	0.476	5.2

77.0	1716	28.1	213	45	56	101	112	0.469	5.1
78.0	1732	28.0	213	45	57	102	110	0.461	5.0
79.0	1760	28.0	212	45	59	104	108	0.453	4.9
80.0	1783	28.0	212	46	60	106	106	0.445	4.8
81.0	1805	27.9	212	46	62	108	104	0.436	4.7
82.0	1827	27.9	211	46	63	109	102	0.427	4.6
83.0	1849	27.8	211	46	65	111	100	0.418	4.5
84.0	1872	27.8	211	46	66	113	98	0.409	4.4
85.0	1894	27.7	210	47	68	115	95	0.399	4.3
86.0	1916	27.6	209	47	70	116	93	0.389	4.2
87.0	1939	27.6	209	47	71	118	91	0.379	4.1
88.0	1961	27.5	208	47	73	120	88	0.368	4.0
89.0	1983	27.4	208	48	74	122	86	0.358	3.9
90.0	2005	27.3	207	48	76	124	83	0.347	3.8
91.0	2028	27.2	206	48	78	126	80	0.336	3.6
92.0	2050	27.1	205	48	80	128	77	0.324	3.5
93.0	2072	27.0	205	49	81	130	75	0.313	3.4
94.0	2094	26.9	204	49	83	132	72	0.301	3.3
95.0	2117	26.8	203	49	85	134	69	0.289	3.1
96.0	2139	26.6	202	49	87	136	66	0.276	3.0
97.0	2161	26.5	201	50	88	138	63	0.264	2.9
98.0	2184	26.4	200	50	90	140	60	0.251	2.7
99.0	2206	26.3	199	50	92	142	57	0.238	2.6
100.0	2228	26.1	198	50	94	144	54	0.225	2.4
101.0	2250	26.0	197	51	96	146	51	0.212	2.3
102.0	2273	25.9	196	51	98	149	47	0.198	2.2
103.0	2295	25.7	195	51	100	151	44	0.185	2.0
104.0	2317	25.6	194	51	102	153	41	0.171	1.9
105.0	2340	25.4	193	52	104	155	38	0.157	1.7
106.0	2362	25.3	192	52	106	158	34	0.143	1.6
107.0	2384	25.2	191	52	108	160	31	0.129	1.4
108.0	2406	25.0	190	52	110	162	28	0.115	1.3
109.0	2429	24.9	189	53	112	164	24	0.101	1.1
110.0	2451	24.7	188	53	114	167	21	0.087	0.9
111.0	2473	24.6	186	53	116	169	17	0.072	0.8
112.0	2496	24.5	185	54	118	172	14	0.058	0.6
113.0	2518	24.3	184	54	120	174	10	0.043	0.5
114.0	2540	24.2	183	54	122	176	7	0.029	0.3
115.0	2562	24.0	182	54	124	179	3	0.015	0.2
116.0	2585	23.9	181	55	127	181	0	0.000	0.0

VELOC. (KM/H)	DISTANCIA (M)	TEMPO (S)	MARCHA
0.0	0.00	0.0	1
1.0	0.01	0.1	1
2.0	0.06	0.2	1
3.0	0.13	0.3	1
4.0	0.23	0.4	1
5.0	0.36	0.5	1
6.0	0.51	0.6	1
7.0	0.70	0.7	1
8.0	0.91	0.8	1
9.0	1.15	0.9	1
10.0	1.42	1.0	1
11.0	1.72	1.1	1
12.0	2.05	1.2	1
13.0	2.43	1.3	1
14.0	2.85	1.4	1
15.0	3.31	1.5	1
16.0	3.81	1.7	1
17.0	4.36	1.8	1
18.0	4.97	1.9	1
19.0	8.14	2.5	2
20.0	8.85	2.6	2
21.0	9.59	2.8	2
22.0	10.37	2.9	2
23.0	11.18	3.0	2
24.0	12.04	3.1	2
25.0	12.94	3.3	2
26.0	13.90	3.4	2
27.0	14.90	3.5	2
28.0	15.96	3.7	2
29.0	17.08	3.8	2
30.0	18.27	3.9	2
31.0	19.52	4.1	2
32.0	20.84	4.2	2
33.0	22.24	4.4	2
34.0	28.57	5.1	3
35.0	30.38	5.2	3
36.0	32.24	5.4	3
37.0	34.16	5.6	3
38.0	36.14	5.8	3
39.0	38.18	6.0	3
40.0	40.30	6.2	3
41.0	42.48	6.4	3
42.0	44.74	6.5	3
43.0	47.08	6.7	3
44.0	49.50	6.9	3
45.0	52.01	7.1	3
46.0	54.62	7.3	3
47.0	57.32	7.5	3
48.0	60.12	7.7	3
49.0	63.02	8.0	3
50.0	66.04	8.2	3
51.0	69.17	8.4	3
52.0	72.42	8.6	3
53.0	75.79	8.8	3
54.0	79.29	9.1	3
55.0	82.92	9.3	3

56.0	86.68	9.5	3
57.0	90.56	9.8	3
58.0	103.41	10.6	4
59.0	108.46	10.9	4
60.0	113.65	11.2	4
61.0	118.97	11.5	4
62.0	124.45	11.8	4
63.0	130.07	12.2	4
64.0	135.86	12.5	4
65.0	141.81	12.8	4
66.0	147.94	13.1	4
67.0	154.25	13.5	4
68.0	160.76	13.8	4
69.0	167.47	14.2	4
70.0	174.39	14.5	4
71.0	181.54	14.9	4
72.0	188.92	15.2	4
73.0	196.56	15.6	4
74.0	204.45	16.0	4
75.0	212.61	16.4	4
76.0	221.07	16.8	4
77.0	229.82	17.2	4
78.0	238.89	17.6	4
79.0	248.30	18.0	4
80.0	258.06	18.5	4
81.0	268.18	18.9	4
82.0	278.69	19.4	4
83.0	289.50	19.8	4
84.0	300.93	20.3	4
85.0	312.69	20.8	4
86.0	324.91	21.3	4
87.0	337.61	21.9	4
88.0	350.78	22.4	4
89.0	382.02	23.7	5
90.0	401.84	24.4	5
91.0	422.54	25.3	5
92.0	444.17	26.1	5
93.0	466.83	27.0	5
94.0	490.62	27.9	5
95.0	515.63	28.8	5
96.0	542.00	29.8	5
97.0	569.87	30.8	5
98.0	599.40	31.9	5
99.0	630.79	33.0	5
100.0	664.28	34.2	5
101.0	700.14	35.5	5
102.0	738.70	36.9	5
103.0	780.36	38.3	5
104.0	825.67	39.9	5
105.0	875.23	41.6	5
106.0	929.88	43.4	5
107.0	990.70	45.5	5
108.0	1059.16	47.7	5
109.0	1137.32	50.3	5
110.0	1228.19	53.3	5
111.0	1336.41	56.8	5
112.0	1469.72	61.0	5
113.0	1642.52	66.5	5
114.0	1886.44	74.2	5
115.0	2296.29	86.9	5

[illegible]

Pelos resultados de desempenho geral, para o veículo com sistema de tração nas quatro rodas, mas, andando somente com a tração traseira (tração dianteira desligada), temos:

a-) tempo mínimo para atingir a velocidade de 60 km/h a partir do repouso, em pavimento plano horizontal:

- com carga.....15,3 s

- só motorista.....11,2 s

b-) velocidade máxima atingida em pavimento plano horizontal:

- com carga.....110 km/h

- só motorista.....116 km/h

Observando estes valores, podemos notar que eles atendem perfeitamente, às exigências das especificações formuladas no início do projeto.

II.7.5 DESEMPENHO DE VEÍCULO 4X2

Para uma comparação, fizemos a análise de desempenho de um veículo original, sem a tração nas quatro rodas:

a-) aceleração de veículo 4X2 em terreno plano horizontal, com baixo coeficiente de atrito, e coeficiente de resistência ao rolamento relativamente alto (areia $\mu = 0,2$; $f = 0,1$).

b-) aclave máximo para veículo 4X2, de tração traseira, em rampa com atrito alto e resistência ao rolamento baixo ($\mu = 0,8$; $f=0,015$)

c-) análise de desempenho geral (velocidade e distância em função do tempo, máxima rampa á velocidade constante) , em dois casos: só com motorista (peso bruto de 2100kgf) ,e com carga total (peso bruto de 3020 kgf).

Nas páginas seguintes, temos os resultados dos processamentos, para análise do desempenho do veículo 4X2.

RESULTADOS PARA VEICULO 4X2 COM TRACAO TRASEIRA
 PESO BRUTO DO VEICULO : 2000.0 KGF
 DISTRIBUICAO ESTATICA DO PESO DIANT/TRAS : 45.21 (%) / 54.79 (%)
 ALTURA DO CG : 0.62 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
 TORQUE MAXIMO DO MOTOR : 28.10 N.KGF
 REDUCAC MAXIMA : 19.94

FORCA TRATIVA TEORICA MAXIMA LIMITADA PELO ATRITO: 220.03 KGF
 LIMITADA PELA MOTORIZACAO: 1287.21KGF

ACCELERACAO MAXIMA DO VEICULO EM TERRENO PLANO HORIZONTAL COM :
 COEF. ATRITO : 0.20
 COEF. RESIST. ROLAMENTO : 0.100

A : 0.006 M/S²
 FORCA TRATIVA EFETIVA : 220.03 KGF

RAMPA MAXIMA LIMITADA PELAS CONDICAOES DO SOLO

COEF. DE ATRITO : 0.80
 COEF. RESIST. ROLAMENTO : 0.015

G : 45.34 %
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 936.86 KGF

RAMPA MAXIMA LIMITADA PELA MOTORIZACAO

G : 84.09 %
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1287.21 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

G : 45.34 %
 FORCA TRATIVA : 936.86 KGF

RESULTADOS PARA VEICULO 4X2 COM TRACAO TRASEIRA
 PESO BRUTO DO VEICULO : 3020.0 KGF
 DISTRIBUICAO ESTATICA DO PESO DIANT/TRAS : 40.07 (1) / 59.93 (2)
 ALTURA DO CG : 0.65 M
 DISTANCIA ENTRE EIXOS : 2.92 M
 TORQUE MAXIMO DO MOTOR : 28.10 M.KGF
 REDUCCAO MAXIMA : 19.94

FORCA TRATIVA TEORICA MAXIMA LIMITADA PELO ATRITO: 364.78 KGF
 LIMITADA PELA POTCRIZACAO: 1287.21 KGF

ACCELERACAO MAXIMA DO VEICULO EM TERRENO PLANO HORIZONTAL COM :
 COEF. ATRITO : 0.20
 COEF. RESIST. ROLAMENTO : 0.100

$a = 0.012 \text{ M/S}^2$
 FORCA TRATIVA EFETIVA : 364.78 KGF

RAMPA MAXIMA LIMITADA PELAS CONDICAOES DO SOLO

COEF. DE ATRITO : 0.80
 COEF. RESIST. ROLAMENTO : 0.015

$G = 49.16 \%$
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1529.96 KGF

RAMPA MAXIMA LIMITADA PELA POTCRIZACAO

$G = 47.12 \%$
 FORCA TRATIVA TRASEIRA : 1287.21 KGF

RAMPA MAXIMA EFETIVA

$G = 47.12 \%$
 FORCA TRATIVA : 1287.21 KGF

PESO BRUTO DO VEICULO : 2100.0 KGF

ROTACAO MINIMA DO MOTOR : 1000. RPM

ROTACAO MAXIMA DO MOTOR : 2800. RPM

COEF. DA CURVA TORQUE (M.KGF) X ROTACAO (1000 RPM) :

C0= 23.81029

C1= -10.47943

C2= 22.42284

C3= -11.75412

C4= 1.80041

COEF. DO RAIO DINAMICO DO PNEU :

RDA= 0.00000

RDB= 0.00000

RDC= 0.37500

COEF. DA RESIST. AO ROLAMENTO :

CARL= 0.01700

CBRL= 0.00586

COEF. DE RESIST. AERODINAMICA :

CA= 0.65

AREA FRONTAL DO VEICULO :

AF= 3.0 M2

CAIXA DE MUDANCAS

NUMERO DE MARCHAS : 5

1A MARCHA : REDUCAO= 6.330 ; RENDIMENTO= .900

2A MARCHA : REDUCAO= 3.600 ; RENDIMENTO= .900

3A MARCHA : REDUCAO= 2.150 ; RENDIMENTO= .920

4A MARCHA : REDUCAO= 1.400 ; RENDIMENTO= .950

5A MARCHA : REDUCAO= 1.000 ; RENDIMENTO= .950

DIFERENCIAL

REDUCAO= 3.150 ; RENDIMENTO= .950

NUMERO DE PONTOS DE VELOCIDADE : 130

INCREMENTO DA VELOCIDADE : 1.00 KM/H

1A MARCHA

VELOC. (KM/H)	ROTACAO (RPM)	T.MOTOR (M.KGF)	F.TEDR. (KGF)	R.ROL. (KGF)	R.AER. (KGF)	R.TOT. (KGF)	F.EFET. (KGF)	ACEL. (M/S2)	ACLIVE (%)
8.0	1128	26.6	1208	36	1	36	1171	2.688	67.2
9.0	1269	27.3	1240	36	1	37	1203	2.761	69.9
10.0	1410	27.8	1263	36	1	37	1226	2.813	71.9
11.0	1551	28.1	1276	36	1	37	1239	2.842	73.0
12.0	1693	28.1	1277	36	1	37	1240	2.845	73.2
13.0	1834	27.9	1267	36	2	37	1230	2.821	72.2
14.0	1975	27.4	1247	36	2	38	1209	2.773	70.4
15.0	2116	26.8	1217	36	2	38	1179	2.705	67.8
16.0	2257	26.0	1180	36	2	38	1142	2.620	64.8

17.0	2398	25.1	1140	36	3	39	1101	2.526	61.6
18.0	2539	24.2	1100	36	3	39	1060	2.433	58.5
19.0	2680	23.4	1064	36	3	40	1024	2.350	55.9

2A MARCHA

VELOC. (KM/H)	ROTACAO (RPM)	T.MOTOR (M.KGF)	F.TEOR. (KGF)	R.ROL. (KGF)	R.AER. (KGF)	R.TOT. (KGF)	F.EFFET. (KGF)	ACEL. (M/S2)	ACLIVE (%)
13.0	1043	26.1	674	36	2	37	636	2.181	31.8
14.0	1123	26.5	686	36	2	38	648	2.222	32.5
15.0	1203	27.0	697	36	2	38	659	2.259	33.1
16.0	1283	27.3	707	36	2	38	668	2.290	33.6
17.0	1364	27.6	715	36	3	39	676	2.316	34.0
18.0	1444	27.9	721	36	3	39	681	2.336	34.3
19.0	1524	28.0	725	36	3	40	685	2.348	34.5
20.0	1604	28.1	727	36	4	40	687	2.354	34.6
21.0	1684	28.1	726	36	4	40	686	2.352	34.6
22.0	1765	28.0	724	36	5	41	683	2.342	34.4
23.0	1845	27.8	720	36	5	41	679	2.326	34.1
24.0	1925	27.6	714	36	5	42	672	2.303	33.8
25.0	2005	27.3	706	36	6	42	663	2.274	33.3
26.0	2086	26.9	696	37	6	43	653	2.239	32.7
27.0	2166	26.5	685	37	7	43	642	2.199	32.1
28.0	2246	26.0	673	37	7	44	629	2.156	31.4
29.0	2326	25.5	660	37	8	45	615	2.110	30.7
30.0	2406	25.0	647	37	8	45	602	2.062	29.9
31.0	2487	24.5	634	37	9	46	588	2.015	29.2
32.0	2567	24.0	621	37	10	47	574	1.969	28.4
33.0	2647	23.6	609	37	10	47	562	1.927	27.8
34.0	2727	23.2	599	37	11	48	551	1.890	27.2

A MARCHA

VELOC. (KM/H)	ROTACAO (RPM)	T.MOTOR (M.KGF)	F.TEOR. (KGF)	R.ROL. (KGF)	R.AER. (KGF)	R.TOT. (KGF)	F.EFET. (KGF)	ACEL. (M/S2)	ACLIVE (%)
21.0	1006	25.8	408	36	4	40	367	1.485	17.8
22.0	1054	26.1	413	36	5	41	372	1.502	18.0
23.0	1102	26.4	417	36	5	41	376	1.518	18.2
24.0	1150	26.7	421	36	5	42	379	1.533	18.4
25.0	1198	26.9	425	36	6	42	383	1.547	18.5
26.0	1246	27.2	429	37	6	43	386	1.560	18.7
27.0	1293	27.4	432	37	7	43	389	1.571	18.8
28.0	1341	27.6	435	37	7	44	391	1.580	18.9
29.0	1389	27.7	438	37	8	45	393	1.588	19.0
30.0	1437	27.9	440	37	8	45	394	1.594	19.1
31.0	1485	28.0	441	37	9	46	395	1.598	19.2
32.0	1533	28.0	443	37	10	47	396	1.600	19.2
33.0	1581	28.1	443	37	10	47	396	1.601	19.2
34.0	1629	28.1	444	37	11	48	396	1.599	19.2
35.0	1677	28.1	444	37	12	49	395	1.596	19.1
36.0	1725	28.1	443	37	12	49	393	1.590	19.1
37.0	1773	28.0	442	37	13	50	392	1.583	19.0
38.0	1820	27.9	440	37	14	51	389	1.574	18.9
39.0	1868	27.8	439	38	14	52	387	1.563	18.7
40.0	1916	27.6	436	38	15	53	383	1.550	18.6
41.0	1964	27.5	433	38	16	54	380	1.535	18.4

42.0	2012	27.3	430	38	17	54	376	1.519	18.2
43.0	2060	27.3	427	38	17	55	372	1.502	18.0
44.0	2108	26.8	423	38	18	56	367	1.483	17.7
45.0	2156	26.6	419	38	19	57	362	1.462	17.5
46.0	2204	26.3	415	38	20	58	357	1.441	17.2
47.0	2252	26.0	410	38	21	59	351	1.419	17.0
48.0	2299	25.7	406	39	22	60	345	1.396	16.7
49.0	2347	25.4	401	39	23	61	340	1.373	16.4
50.0	2395	25.1	396	39	24	62	334	1.349	16.1
51.0	2443	24.8	391	39	24	63	328	1.325	15.8
52.0	2491	24.5	386	39	25	64	322	1.301	15.5
53.0	2539	24.2	382	39	26	66	316	1.278	15.2
54.0	2587	23.9	377	39	27	67	311	1.255	15.0
55.0	2635	23.6	373	39	28	68	305	1.233	14.7
56.0	2683	23.4	369	40	29	69	300	1.213	14.4
57.0	2731	23.2	366	40	31	70	295	1.194	14.2
58.0	2779	23.0	363	40	32	71	291	1.177	14.0

MARCHA

VELDC. (KM/H)	ROTACAO (RPM)	I.MOTOR (M.KGF)	F.TEOR. (KGF)	R.ROL. (KGF)	R.AER. (KGF)	R.TOT. (KGF)	F.EFET. (KGF)	ACEL. (M/S ²)	ACTIVE (X)
33.0	1029	26.0	276	37	10	47	229	0.979	10.9
34.0	1061	26.2	278	37	11	48	230	0.985	11.0
35.0	1092	26.4	280	37	12	49	231	0.990	11.1
36.0	1123	26.5	282	37	12	49	232	0.995	11.1
37.0	1154	26.7	283	37	13	50	233	1.000	11.2
38.0	1185	26.9	285	37	14	51	234	1.004	11.2
39.0	1217	27.0	287	38	14	52	235	1.007	11.3
40.0	1248	27.2	288	38	15	53	236	1.010	11.3
41.0	1279	27.3	290	38	16	54	236	1.013	11.3
42.0	1310	27.4	291	38	17	54	237	1.015	11.3
43.0	1341	27.6	292	38	17	55	237	1.017	11.4
44.0	1373	27.7	294	38	18	56	237	1.017	11.4
45.0	1404	27.8	295	38	19	57	237	1.018	11.4
46.0	1435	27.8	296	38	20	58	237	1.017	11.4
47.0	1466	27.9	296	38	21	59	237	1.017	11.4
48.0	1497	28.0	297	39	22	60	237	1.015	11.3
49.0	1529	28.3	298	39	23	61	236	1.013	11.3
50.0	1560	28.1	298	39	24	62	236	1.010	11.3
51.0	1591	28.1	298	39	24	63	235	1.007	11.3
52.0	1622	28.1	298	39	25	64	234	1.003	11.2
53.0	1653	28.1	298	39	26	66	233	0.996	11.2
54.0	1684	28.1	298	39	27	67	231	0.992	11.1
55.0	1716	28.1	298	39	28	68	230	0.986	11.0
56.0	1747	28.0	298	40	29	69	229	0.980	10.9
57.0	1778	28.0	297	40	31	70	227	0.972	10.9
58.0	1809	27.9	296	40	32	71	225	0.964	10.8
59.0	1840	27.9	296	40	33	73	223	0.956	10.7
60.0	1872	27.8	295	40	34	74	221	0.946	10.6
61.0	1903	27.7	294	40	35	75	218	0.937	10.5
62.0	1934	27.6	293	40	36	77	216	0.926	10.3
63.0	1965	27.5	291	41	37	78	214	0.915	10.2
64.0	1996	27.3	290	41	39	79	211	0.904	10.1
65.0	2028	27.2	289	41	40	81	208	0.892	10.0
66.0	2059	27.1	287	41	41	82	205	0.879	9.8
67.0	2090	26.9	285	41	42	83	202	0.866	9.7
68.0	2121	26.7	284	41	43	85	199	0.853	9.5

69.0	2152	26.6	282	42	45	86	196	0.839	9.4
70.0	2184	26.4	280	42	46	88	192	0.824	9.2
71.0	2215	26.2	278	42	47	89	189	0.810	9.0
72.0	2246	26.0	276	42	49	91	185	0.795	8.9
73.0	2277	25.8	274	42	50	92	182	0.780	8.7
74.0	2308	25.6	272	42	51	94	178	0.764	8.5
75.0	2340	25.4	270	43	53	96	175	0.748	8.3
76.0	2371	25.2	268	43	54	97	171	0.732	8.2
77.0	2402	25.0	266	43	56	99	167	0.716	8.0
78.0	2433	24.8	264	43	57	100	163	0.700	7.8
79.0	2464	24.6	262	43	59	102	160	0.684	7.6
80.0	2496	24.5	260	44	60	104	156	0.668	7.4
81.0	2527	24.3	257	44	62	105	152	0.652	7.3
82.0	2558	24.1	255	44	63	107	148	0.636	7.1
83.0	2589	23.9	254	44	65	109	145	0.620	6.9
84.0	2620	23.7	252	44	66	111	141	0.604	6.7
85.0	2652	23.5	250	45	68	113	137	0.589	6.6
86.0	2683	23.4	248	45	70	114	134	0.574	6.4
87.0	2714	23.2	247	45	71	116	130	0.559	6.2
88.0	2745	23.1	245	45	73	118	127	0.545	6.1
89.0	2776	23.0	244	45	74	120	124	0.531	5.9

SA MARCHA

VELOC. (KM/H)	ROTACAO (RPM)	T.MOTOR (N.KGF)	F.TEOR. (KGF)	R.ROL. (KGF)	R.AER. (KGF)	R.TOT. (KGF)	F.EFET. (KGF)	ACEL. (M/S ²)	ACTIVE (%)
45.0	1003	25.8	196	38	19	57	138	0.607	6.6
46.0	1025	26.0	197	38	20	58	139	0.607	6.6
47.0	1047	26.1	198	38	21	59	139	0.608	6.6
48.0	1070	26.2	199	39	22	60	139	0.608	6.6
49.0	1092	26.4	200	39	23	61	139	0.607	6.6
50.0	1114	26.5	201	39	24	62	139	0.607	6.6
51.0	1136	26.6	202	39	24	63	138	0.606	6.6
52.0	1159	26.7	203	39	25	64	138	0.606	6.6
53.0	1181	26.8	204	39	26	66	138	0.605	6.6
54.0	1203	27.0	204	39	27	67	138	0.603	6.6
55.0	1225	27.1	205	39	28	68	137	0.602	6.6
56.0	1248	27.2	206	40	29	69	137	0.600	6.5
57.0	1270	27.3	207	40	31	70	137	0.598	6.5
58.0	1292	27.4	207	40	32	71	136	0.596	6.5
59.0	1315	27.5	208	40	33	73	135	0.594	6.5
60.0	1337	27.5	209	40	34	74	135	0.591	6.4
61.0	1359	27.6	209	40	35	75	134	0.588	6.4
62.0	1381	27.7	210	40	36	77	133	0.585	6.4
63.0	1404	27.8	210	41	37	78	133	0.581	6.3
64.0	1426	27.8	211	41	39	79	132	0.577	6.3
65.0	1448	27.9	211	41	40	81	131	0.573	6.2
66.0	1471	27.9	212	41	41	82	130	0.568	6.2
67.0	1493	28.0	212	41	42	83	129	0.564	6.1
68.0	1515	28.0	212	41	43	85	127	0.559	6.1
69.0	1537	28.0	213	42	45	86	126	0.553	6.0
70.0	1560	28.1	213	42	46	88	125	0.548	6.0
71.0	1582	28.1	213	42	47	89	124	0.542	5.9
72.0	1604	28.1	213	42	49	91	122	0.536	5.8
73.0	1627	28.1	213	42	50	92	121	0.529	5.8
74.0	1649	28.1	213	42	51	94	119	0.522	5.7
75.0	1671	28.1	213	43	53	96	118	0.515	5.6
76.0	1693	28.1	213	43	54	97	116	0.508	5.5

77.0	1716	28.1	213	43	56	99	114	0.500	5.4
78.0	1738	28.0	213	43	57	100	112	0.492	5.4
79.0	1760	28.0	212	43	59	102	110	0.484	5.3
80.0	1783	28.0	212	44	60	104	108	0.475	5.2
81.0	1805	27.9	212	44	62	105	106	0.466	5.1
82.0	1827	27.9	211	44	63	107	104	0.457	5.0
83.0	1849	27.8	211	44	65	109	102	0.447	4.9
84.0	1872	27.8	211	44	66	111	100	0.437	4.8
85.0	1894	27.7	210	45	68	113	98	0.427	4.6
86.0	1916	27.6	209	45	70	114	95	0.417	4.5
87.0	1939	27.5	209	45	71	116	93	0.406	4.4
88.0	1961	27.5	208	45	73	118	90	0.395	4.3
89.0	1983	27.4	208	45	74	120	88	0.384	4.2
90.0	2005	27.3	207	46	76	122	85	0.373	4.1
91.0	2028	27.2	206	46	78	124	82	0.361	3.9
92.0	2050	27.1	205	46	80	126	80	0.349	3.8
93.0	2072	27.0	205	46	81	128	77	0.337	3.7
94.0	2094	26.9	204	47	83	130	74	0.325	3.5
95.0	2117	26.8	203	47	85	132	71	0.312	3.4
96.0	2139	26.5	202	47	87	134	68	0.299	3.3
97.0	2161	26.5	201	47	88	136	65	0.286	3.1
98.0	2184	26.4	200	48	90	138	62	0.273	3.0
99.0	2206	26.3	199	48	92	140	59	0.259	2.8
100.0	2228	26.1	198	48	94	142	56	0.246	2.7
101.0	2250	26.0	197	48	96	144	53	0.232	2.5
102.0	2273	25.9	196	49	98	146	50	0.218	2.4
103.0	2295	25.7	195	49	100	149	47	0.204	2.2
104.0	2317	25.6	194	49	102	151	43	0.190	2.1
105.0	2340	25.4	193	49	104	153	40	0.175	1.9
106.0	2362	25.3	192	50	106	155	37	0.161	1.7
107.0	2384	25.2	191	50	108	157	33	0.146	1.6
108.0	2406	25.0	190	50	110	160	30	0.131	1.4
109.0	2429	24.9	189	50	112	162	27	0.116	1.3
110.0	2451	24.7	188	51	114	164	23	0.101	1.1
111.0	2473	24.6	186	51	116	167	20	0.086	0.9
112.0	2496	24.5	185	51	118	169	16	0.071	0.8
113.0	2518	24.3	184	51	120	171	13	0.056	0.6
114.0	2540	24.2	183	52	122	174	9	0.041	0.4
115.0	2562	24.0	182	52	124	176	6	0.026	0.3
116.0	2585	23.9	181	52	127	179	2	0.011	0.1

VELOC. (KM/H)	DISTANCIA (M)	TEMPO (S)	MARCHA
0.0	0.00	0.0	1
1.0	0.01	0.1	1
2.0	0.05	0.2	1
3.0	0.12	0.3	1
4.0	0.22	0.4	1
5.0	0.34	0.5	1
6.0	0.49	0.6	1
7.0	0.66	0.7	1
8.0	0.87	0.8	1
9.0	1.10	0.9	1
10.0	1.36	1.0	1
11.0	1.64	1.1	1
12.0	1.95	1.2	1
13.0	2.32	1.3	1
14.0	2.72	1.4	1
15.0	3.16	1.5	1
16.0	3.64	1.6	1
17.0	4.16	1.7	1
18.0	4.74	1.8	1
19.0	7.88	2.4	2
20.0	8.55	2.5	2
21.0	9.26	2.6	2
22.0	10.00	2.8	2
23.0	10.77	2.9	2
24.0	11.59	3.0	2
25.0	12.45	3.1	2
26.0	13.36	3.3	2
27.0	14.31	3.4	2
28.0	15.32	3.5	2
29.0	16.39	3.6	2
30.0	17.52	3.8	2
31.0	18.71	3.9	2
32.0	19.97	4.0	2
33.0	21.30	4.2	2
34.0	27.54	4.9	3
35.0	29.26	5.0	3
36.0	31.03	5.2	3
37.0	32.85	5.4	3
38.0	34.73	5.6	3
39.0	36.68	5.7	3
40.0	38.68	5.9	3
41.0	40.76	6.1	3
42.0	42.91	6.3	3
43.0	45.13	6.5	3
44.0	47.43	6.6	3
45.0	49.81	6.8	3
46.0	52.29	7.0	3
47.0	54.85	7.2	3
48.0	57.51	7.4	3
49.0	60.27	7.6	3
50.0	63.13	7.8	3
51.0	66.10	8.0	3
52.0	69.19	8.2	3
53.0	72.39	8.5	3
54.0	75.71	8.7	3
55.0	79.15	8.9	3

56.0	82.71	9.1	3
57.0	86.40	9.4	3
58.0	98.98	10.1	4
59.0	103.76	10.4	4
60.0	108.67	10.7	4
61.0	113.71	11.0	4
62.0	118.89	11.3	4
63.0	124.21	11.6	4
64.0	129.68	11.9	4
65.0	135.31	12.2	4
66.0	141.11	12.6	4
67.0	147.08	12.9	4
68.0	153.23	13.2	4
69.0	159.57	13.5	4
70.0	166.11	13.9	4
71.0	172.86	14.2	4
72.0	179.83	14.5	4
73.0	187.04	14.9	4
74.0	194.49	15.3	4
75.0	202.19	15.6	4
76.0	210.16	16.0	4
77.0	218.42	16.4	4
78.0	226.97	16.8	4
79.0	235.84	17.2	4
80.0	245.03	17.6	4
81.0	254.56	18.0	4
82.0	264.45	18.4	4
83.0	274.72	18.9	4
84.0	285.37	19.3	4
85.0	296.43	19.8	4
86.0	307.91	20.3	4
87.0	319.83	20.8	4
88.0	332.20	21.3	4
89.0	362.13	22.5	5
90.0	380.58	23.2	5
91.0	399.82	24.0	5
92.0	419.91	24.8	5
93.0	440.94	25.6	5
94.0	462.97	26.4	5
95.0	486.12	27.3	5
96.0	510.48	28.2	5
97.0	535.19	29.1	5
98.0	563.38	30.1	5
99.0	592.23	31.2	5
100.0	622.93	32.3	5
101.0	655.72	33.4	5
102.0	690.87	34.7	5
103.0	728.74	36.0	5
104.0	769.74	37.4	5
105.0	814.38	38.9	5
106.0	863.34	40.6	5
107.0	917.47	42.4	5
108.0	977.91	44.4	5
109.0	1046.20	46.6	5
110.0	1124.54	49.2	5
111.0	1216.19	52.2	5
112.0	1326.27	55.7	5
113.0	1463.55	60.0	5
114.0	1644.95	65.7	5
115.0	1910.21	74.0	5

[illegible]

II.7.6 CONCLUSÃO

De acordo com as análises feitas, podemos chegar a conclusão a razão de distribuição de torque no eixo dianteiro sobre o torque no eixo traseiro igual a 33%/67%, atende de modo satisfatório às exigências de utilização do veículo.

Para casos críticos, contaremos com um sistema de travamento do diferencial central, aumentando a confiabilidade nessas situações.

A redução da reduzida de 2,24:1 é mais do que suficiente para conseguirmos um bom desempenho em rampas íngremes, mas será adotado, visando uma melhor distribuição das marchas e consequentemente, uma melhor adaptabilidade no uso do veículo.

II.8 PREVISÃO PARA O FUTURO

Atualmente, os sistemas de tração permanentes nas quatro rodas estão começando a ser difundidas para utilização em veículos de passeio, principalmente na Europa, E.U.A. e Japão.

No Brasil, ainda só conhecemos os sistemas tradicionais , que seguem um esquema surgido durante a época da II Grande Guerra

Nestes sistemas, a utilização de tração total é restrita à situações extremamente críticas (lama, cascalho, areia, etc.), não sendo possível a sua utilização em estradas pavimentadas.

Desse modo, e também pelo motivo de ser possível usar a tração total sem muitas preocupações das condições do piso sob o veículo; acreditamos que o sistema de tração 4X4 proposto terá um mercado regular nos próximos períodos.

Em países de tecnologia desenvolvida estão ocorrendo grandes pesquisas relacionadas à tração integral permanente. Acreditamos que, também no nosso país, poderemos desenvolver soluções relativas à tração dos veículos sobre rodas, visando a melhoria das condições dirigibilidade e segurança no ato de conduzir um veículo.

II.9 PREVISÃO DE TEMPO DE FUNCIONAMENTO

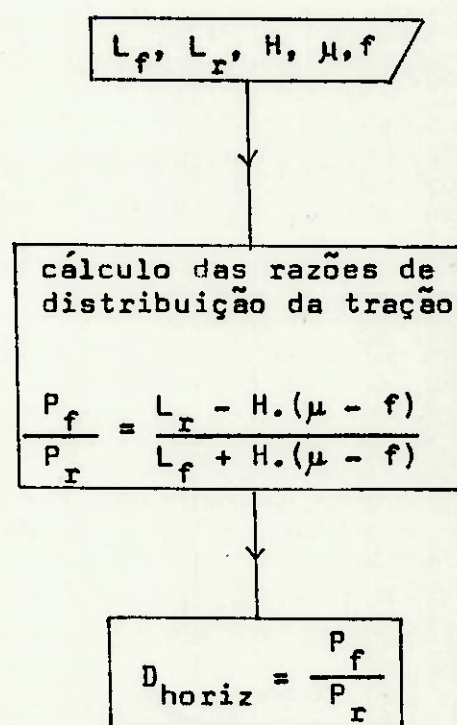
O tempo de funcionamento estará diretamente ligado ao dimensionamento, critérios de escolha dos materiais e tratamentos dos componentes, principalmente das engrenagens e dos mancais.

Acreditamos que, segundo os critérios de projeto semelhante aos do projeto de caixas de câmbio de automóveis, teremos resultados favoráveis quanto a durabilidade da caixa de transferência.

ANEXOS

1-Programa para obtenção da divisão da força trativa em superfície plana regular:

Abaixo, temos um diagrama simplificado do programa, sendo que na página seguinte, temos a listagem do programa em linguagem FORTRAN:



EUNRUCUFS LARGE SYSTEMS FORTRAN COMPILATION MARK 3.5.281

D I S T R I B U I C A O D E D I S K
= = = = =

```

SUBROUTINE PFZ(LR,LF,H,D,C)
  INTEGER I
  REAL LR,LF,H,C(7,2),D(7),F(7),R(7),PF,PR
  C(1,1)=.85
  C(1,2)=.015
  C(2,1)=.8
  C(2,2)=.015
  C(3,1)=.6
  C(3,2)=.015
  C(4,1)=.6
  C(4,2)=.06
  C(5,1)=.5
  C(5,2)=.08
  C(6,1)=.2
  C(6,2)=.1
  C(7,1)=.2
  C(7,2)=.15
  DO 10 I=1,7
    PF=LR-H*(C(I,1)-C(I,2))
    FF=LF+H*(C(I,1)-C(I,2))
    D(I)=PF/PR
    F(I)=(PF/(PF+PR))*100.
    R(I)=100.-F(I)
  CONTINUE
  WRITE (6,101) F(1),R(1)

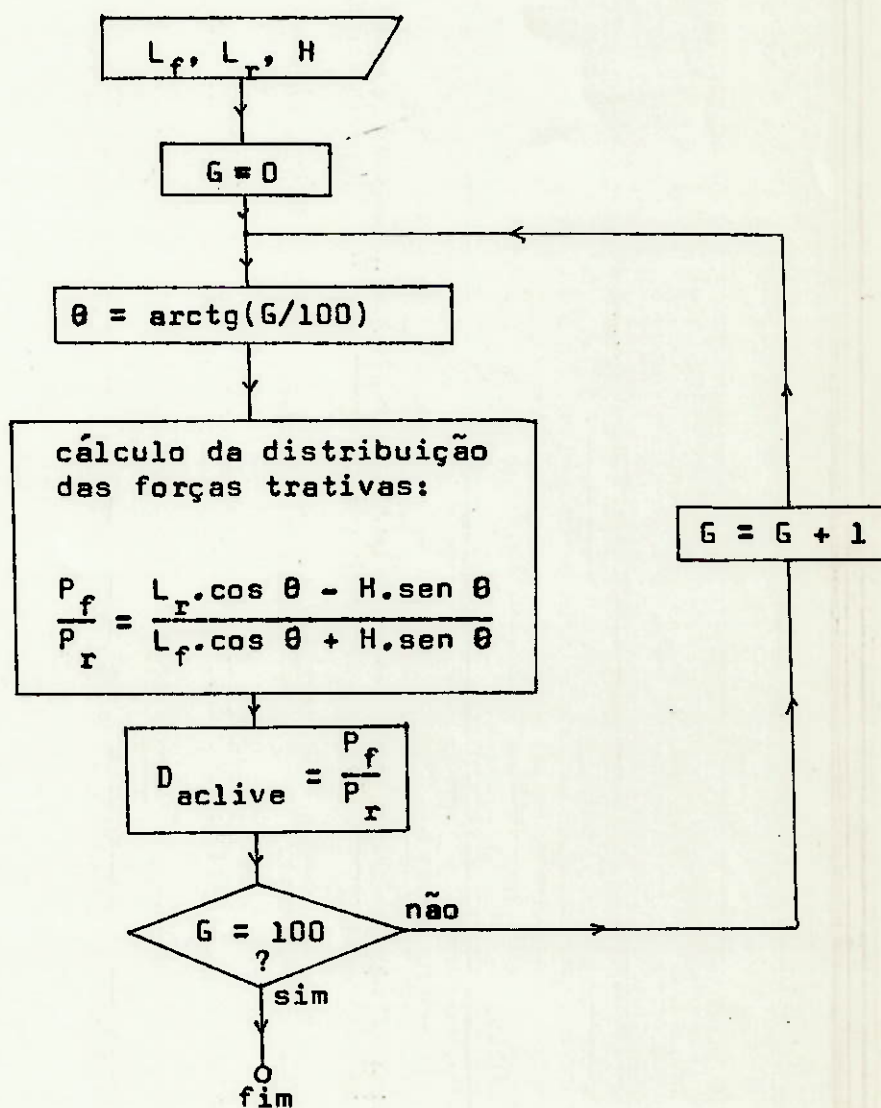
01  FORMAT(5X,"DISTRIBUICAO DE TORQUE ENTRE OS EIXOS CONFORME TIPO",
#    " DE SUPERFICIE PARA VEICULOS 4X4 (TABELA 1)",///,
#    15X,"TIPO DE SUPERFICIE",20X,"TORQUE NO EIXO DIANTEIRO (%)",
#    5X,"TORQUE NO EIXO TRASEIRO (%)",///,
#    20X,"1 : CONCRETO OU ASFALTO SECO",17X,F4.1,27X,F4.1,///)
  WRITE (6,102) F(2),R(2)
02  FORMAT(20X,"2 : CONCRETO MOLHADO",25X,F4.1,27X,F4.1,///)
  WRITE (6,103) F(3),R(3)
03  FORMAT(20X,"3 : ASFALTO MOLHADO",26X,F4.1,27X,F4.1,///)
  WRITE (6,104) F(4),R(4)
04  FORMAT(20X,"4 : TERRA BATIDA SECA",25X,F4.1,27X,F4.1,///)
  WRITE (6,105) F(5),R(5)
05  FORMAT(20X,"5 : TERRA BATIDA MOLHADA",22X,F4.1,27X,F4.1,///)
  WRITE (6,106) F(6),R(6)
06  FORMAT(20X,"6 : LAMA OU NEVE",30X,F4.1,27X,F4.1,///)
  WRITE (6,107) F(7),R(7)
07  FORMAT(20X,"7 : AREIA",37X,F4.1,27X,F4.1,///)
  RETURN
END

```

II- Programa para obtenção das distribuições das forças trativas de acordo com a inclinação do aclive:

Este programa fornece a razão entre a força máxima no eixo dianteiro sobre a força trativa máxima no eixo traseiro, em aclive com coeficiente de atrito alto e coeficiente de resistência ao rolamento baixo; e com velocidade e aceleração do veículo pequenas.

Abaixo temos o diagrama de blocos simplificado do programa e na página seguinte, a listagem em linguagem FORTRAN:



```

SUBROUTINE FORCEN(LF,F,G,ANG,PF,PR,F(101),R(2,101),D(101))
REAL 1,LF,LI,F,G,ANG,PF,PR,F(101),R(2,101),D(101)
DO 10 I=1,101
  C=I-1
  ANG=ARCTAN(G/100)
  PF=LF*CLS(ANG)-F*SIN(ANG)
  PR=LF*CLS(ANG)+F*SIN(ANG)
  D(I)=PF/PR
  F(1,I)=G
  F(2)=(PF/(PF+PR))*100.
  R(2,I)=100.-F(2)
10  CONTINUE
  WRITE (6,100)
100 FORMAT (5X,"DISTRIBUICAO DAS FORÇAS TRATIVAS ENTRE OS EIXOS ",
  * "DIANTEIRO E TRASEIRO PARA VEICULOS 4X4 EM FUNCAO DO ",
  * "ACELERACAO",//)
  WRITE (6,101)
101 FORMAT (15X,"INCLINACAO (°)",15X,"FORÇA TRATIVA NO EIXO ",
  * "DIANTEIRO (°)",15X,"FORÇA TRATIVA NO EIXO TRASEIRO (°)",
  * "//)
  DO 20 I=1,101,10
    WRITE (6,102) F(1,I),F(2),R(2,I)
20  CONTINUE
102 FORMAT (20X,F5.1,30X,F4.1,45X,F4.1,/)
RETURN
END

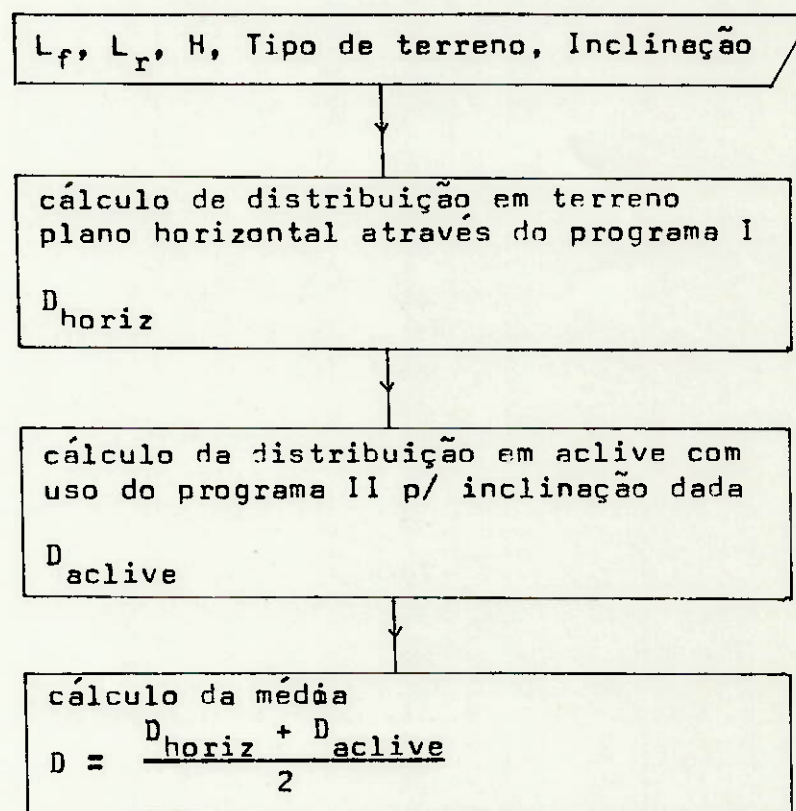
```

III- Programa para obtenção da distribuição média:

Este programa obtém a razão de distribuição média , entre a divisão em terreno plano horizontal , e a divisão em aclive.

Para fazer isso, são utilizados os dois programas anteriores, fixando-se também o tipo de terreno plano horizontal , e a inclinação da rampa.

Abaixo, temos o diagrama de blocos simplificado; e na página seguinte , a listagem do programa:



```

SUBROUTINE DISTR(LR,LF,H,TPT,INC,DT)
REAL DPH,DAC,DF(7),DAC(101),LR,LF,H,DT,F,R,TPT,INC,FH,TH,FI,II,
# CT(7,2)
CALL FHZ(LR,LF,H,DT,CT)
CALL ACV(LR,LF,H,DAC)
DPH=DF(TPT)
DAC=DAC(INC+1.)
FH=(DPH/(1.+DPH))*100.
FI=(DAC/(1.+DAC))*100.
TH=100.-FH
TI=100.-FI
DT=(DPH+DAC)/2.
F=(DT/(1.+DT))*100.
R=100.-F
WRITE (6,100)
CC FORMAT (5X,"DISTRIBUICAO DE TORQUE ENTRE OS EIXOS DIANTEIRO "
# "E TRASEIRO OBTIDA COMO MEDIA ENTRE AS DISTRIBUICAO NAS",
# "/,5X,"CONDICCOES ABAIXO:"/,//)
WRITE (6,101)TPT,CT(TPT,1),CT(TPT,2)
C1 FORMAT (15X,"1) EM SUPERFICIE PLANA HORIZONTAL TIPO ",II,
# "(TABELA 1)",/,25X,"COM COEFICIENTE DE ATRITO IGUAL A ",
# F3.2,/,25X,"E COEFICIENTE DE RESISTENCIA AO ROLAMENTO ",
# "IGUAL A ",F4.3,/)
WRITE (6,99) FH,TH
9 FORMAT (35X,"DISTRIBUICAO DIANTEIRA (2) / TRASEIRA (2) : ",
# F4.1," / ",F4.1,/,//)
WRITE (6,102) INC
C2 FORMAT (15X,"2) EM ACLIVE ",/,25X,"COM INCLINACAO DE ",F5.1,
# " ",F2.1,/)
WRITE (6,99) FI,TI
WRITE (6,103)
C3 FORMAT (15X,"MEDIA CETICA DA DISTRIBUICAO DE TORQUE",/)

WRITE (6,99) F,R
RETURN
END

```

```

=====
INTEGER I,N
REAL LF,LR,H,DT,TPT,INC
READ (5,/) N

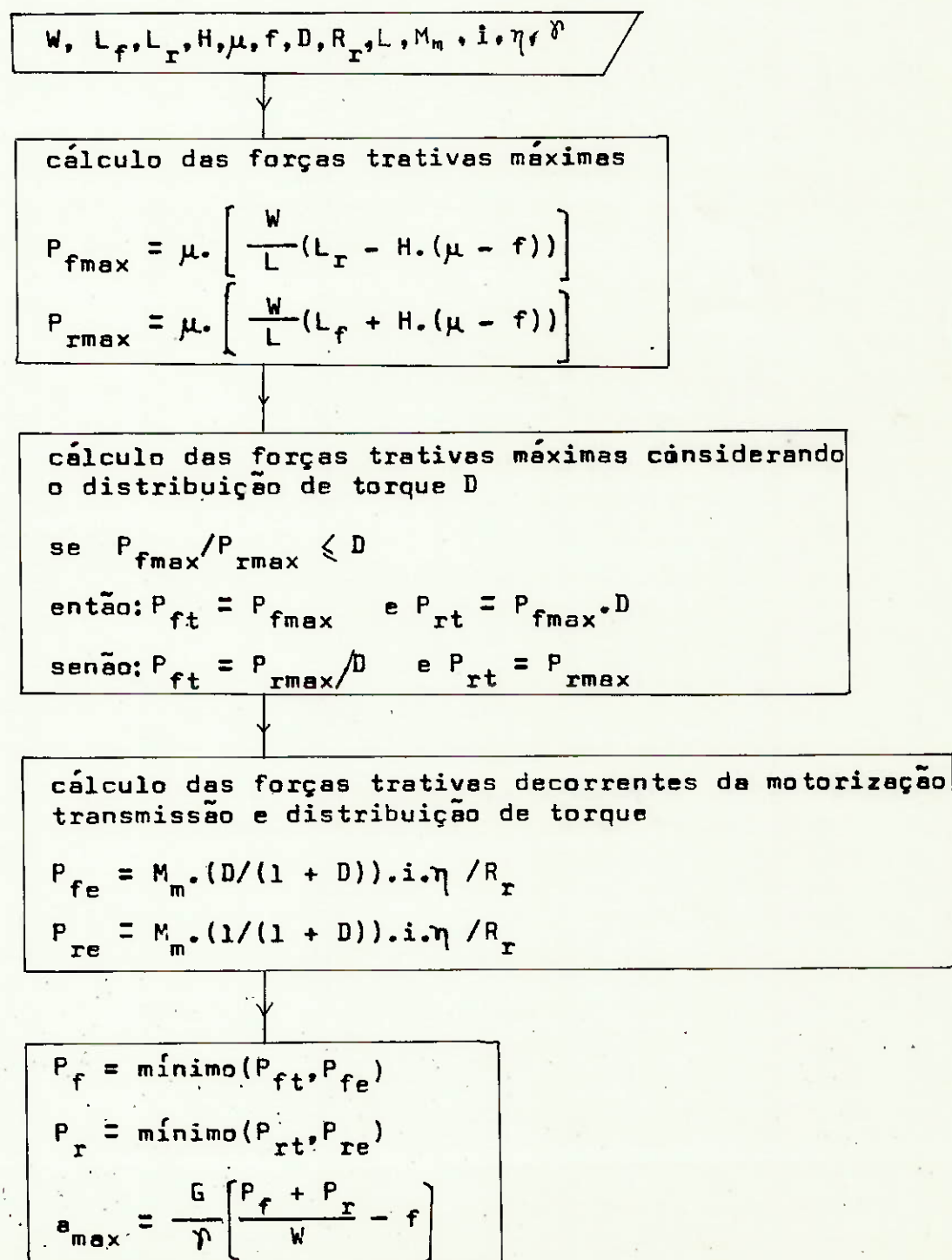
CC8:CC9:3 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT A
DO 20 I=1,N
READ (5,/) LF,LR,H
CC8:CC18:3 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT A
READ (5,/) TPT,INC
CC8:CC24:3 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT A
WRITE(6,10) 100.*LR/(LF+LR),100.*LF/(LF+LR),LF+LR,H
0 FORMAT("1",/,5X,"DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DO VEICULO : ",/,
# 15X,"PESO DIANTEIRO (2) / PESO TRASEIRO (2) : ",F4.1," / ",
# F4.1,/,15X,"DISTANCIA ENTRE EIXOS : ",F5.2," M",/,15X,
# "ALTURA DO CG : ",F5.2," M",//)
CALL DISTR(LR,LF,H,TPT,INC,DT)
CONTINUE
STOP
END
=====

```

IV- Programa para obtenção da aceleração máxima em terreno plano horizontal:

Tendo se a razão de distribuição de torque entre os eixos este programa calcula as forças trativas em cada eixo, e no final temos a aceleração do veículo.

Abaixo, temos um diagrama de blocos do programa. Na página seguinte temos a listagem em FORTRAN:



BJRROUGHS LARGE SYSTEMS FORTRAN COMPILATION MARK 3.5.291

O T O N D I S K
= = = = =

```

SUBROUTINE APH4(W,LF,LR,H,AT,RO,DT,MM,RR,RED,RG,GAMA)
INTEGER I,J
REAL W,LF,LR,H,AT,RO,DT,MM,RR,RED,RG,WDF,WDR,PFMX,PRMX,ABLG,PFE,
#   MF,MR,ANAX,GAMA,L,PFT,PRT,PT,PTI,MT,PRE
L=LF+LR
WDF=(W/L)*(LR-H*(AT-RO))
WDR=(W/L)*(LF+H*(AT-RO))
PFMX=WDF*AT
PRMX=WDR*AT
PFT=PFMX
PRT=PRMX
IF(.NOT.((PFT/PRT).LE.DT)) GO TO 100
    PRT=PFT/DT
    GO TO 150
10   PFT=PRT*DT
20   MF=MM*(DT/(1.+DT))*RED*RG
30   MR=MM*(1./(1.+DT))*RED*RG
    PFE=MF/RR
    PRE=MR/RR
    IF(.NOT.((PFE.LE.PFT).AND.(PRE.LE.PRT))) GO TO 400
        PT=PFE+PRE
        PF=PFE
        PR=PRE
        GO TO 500
10   PT=PFT+PRT
    PF=PFT
    PR=PRT
0   ANAX=(1/GAMA)*((PT/W)-RO)
    PTT=PFMX+PRMX
    MT=PM*RED*RG
    PTE=MT/RR
    IF(.NOT.(PTT.LE.PTE)) GO TO 550
        PT=PTT
        GO TO 575
0   PT=PTE
5   ABLG=(1/GAMA)*((PT/W)-RO)
    WRITE (5,650) AT,RO

0   FORMAT (10X,"RESULTADOS PARA TERRENO PLANO HORIZONTAL",/,10X,
#       "COM COEF. DE ATRITO : ",F5.2,/,10X,"E COEF. DE RESIST. ",
#       "AO ROLAMENTO : ",F6.3,/)
    WRITE (5,700)
0   FORMAT (15X,"FORÇA TRATIVA MÁXIMA TEÓRICAMENTE POSSÍVEL")
    WRITE (5,750) PFMX,PRMX
0   FORMAT (20X,"DIANTEIRA : ",F10.2," KGF",/,
#       20X,"TRASEIRA : ",F10.2," KGF",/)
    WRITE (5,800)
0   FORMAT (15X,"FORÇA TRATIVA MÁXIMA CONSIDERANDO DISTRIBUIÇÃO DE ",
#       "TORQUE")
    WRITE (5,750) PFT,PRT
    WRITE (5,900)
0   FORMAT (15X,"FORÇA TRATIVA MÁXIMA DESENVOLVIDA PELA MOTORIZAÇÃO",
#       " E RELAÇÃO DE TRANSMISSÃO")
    WRITE (5,750) PFE,PRE

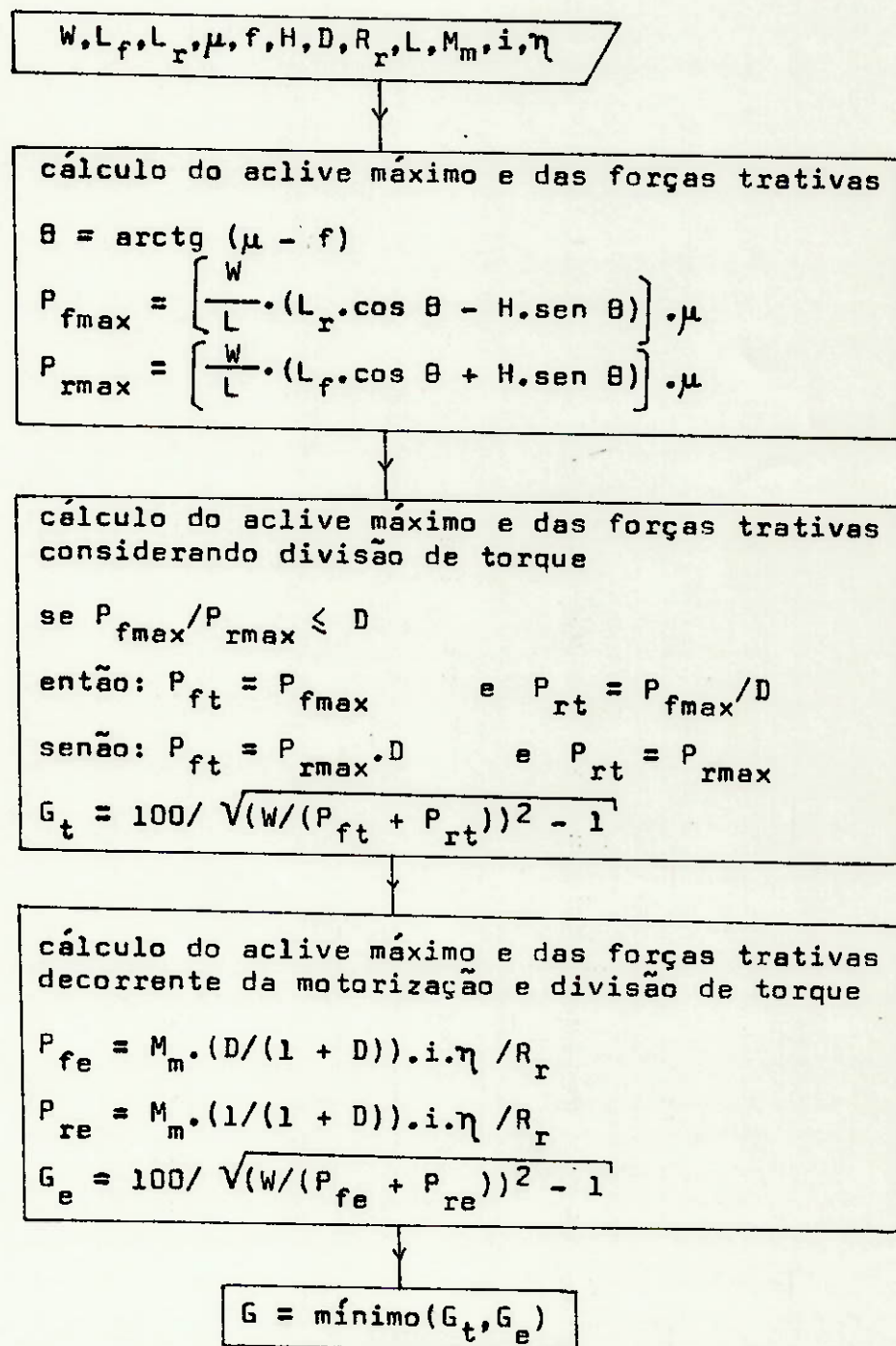
```

```
WRITE (5,925)
25 FORMAT (15X,"FORCA TRATIVA MAXIMA EFETIVA")
WRITE (5,750) PF,PR
WRITE (5,950) AMAX
50 FORMAT (15X,"ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO",/,20X,"A : ",F4.2,
#      " M/S2",//)
WRITE (5,1000) PT,ABLO
000 FORMAT(15X,"FORCA TRATIVA MAXIMA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO ",
#      "BLOQUEADO",/,20X,"FORCA TOTAL : ",F10.2," KGF",//,15X,
#      "ACELERACAO MAXIMA COM DIFERENCIAL BLOQUEADO",/,20X,"A : ",
#      F4.2," M/S2",//)
RETURN
END
```

V- Programa para determinação do aclave máximo

Com este programa, as forças trativas considerando a divisão de torque, e também o aclave máximo.

O diagrama de blocos simplificado é apresentado abaixo. Na página seguinte temos uma listagem em FORTRAN do programa.



```

SUBROUTINE RAMPAC(W,LF,LR,AT,DT,MM,PT,RO,RC,
REAL LF,LR,H,AT,MM,DT,RO,RC,PR,RR,MF,MM,PT,PR,PRMX,PRMY,PTT,PTT,
# PFE,PRC,PT,ANG,GMX,GMXT,GMXE,L,ANGL,M,DIF,PTT,PTC,MI,MLC
L=LF+LR
ANG=ARCTAN(AT-RO)
WDF=(W/L)*(LR*COS(ANG)-H*SIN(ANG))
WDR=(W/L)*(LF*COS(ANG)+H*SIN(ANG))
PRMX=WDF*AT
PRMY=WDR*AT
PTT=PRMX
PTC=PRMY
1 IF(.NOT.((PTT/PTC).LE.DT)) GO TO 100
    PRT=PTT/DT
    GO TO 200
20 PFI=PRT*DT
30 PT=PFI+PTT
    GMXT=100./SQRT(((W/PT)**2)-1.)
    ANGL=(GMXT/100.)
    DIF=ABS((ANGL-ANG)/ANGL)
    IF(.NOT.(DIF.GT.0.05)) GO TO 300
        ANG=ANG-ARCCOS(-1)/180
        WDF=(1/L)*(((LR+H*RO)**COS(ANG))-(H*PT))
        WDR=(1/L)*(((LF+H*RO)**COS(ANG))+(H*PT))
        PFI=WDF*AT
        PRT=WDR*AT
        GO TO 30
40 MF=MM*(DT/(1.+DT))*RC*RG
    PR=MM*(1./(1.+DT))*RC*RG
    PFE=MF/RR
    PRC=PR/RR
    PT=PFE+PRC
    IF(.NOT.(PT.LT.W)) GO TO 320
        GMXE=100./SQRT(((W/PT)**2)-1.)
        GO TO 330
50 GMXE=1000
60 IF(.NOT.(GMXT.LE.GMXE)) GO TO 400
    GMX=GMXT
    PF=PFI
    PR=PRT
    GO TO 500
70 GMX=GMXE

```

```

      PF=PFE
      PR=PRE
      PTT=PFMX*PRMX
      MT=PM*RED*RG
      PTE=MT/RR
      IF(.NOT.(PTT.LE.PTE)) GO TO 550
      PT=PTT
      GJ TO 600
      PT=PTE
      GBLQ=100./SQRT(((W/PT)**2)-1.)
      WRITE(6,650) AT,RO
      FORMAT (10X,"RESULTADOS EM ACLIVE",/,10X,"COM COEF. DE ATRITO :",
#      1X,F5.2,/,10X,"E COEF. DE RESIST. AO ROLAMENTO : ",F6.3,/)
      WRITE(6,700)
      FORMAT (15X,"RAMPA MAXIMA TEORICAMENTE POSSIVEL")
      WRITE(6,750) (100.*(AT-RO)),PFMX,PRMX
      FORMAT(20X,"G : ",F5.1," X",/,20X,"FORCA TRATIVA DIANTEIRA : ",
#      F10.2," KGF",/,20X,"FORCA TRATIVA TRASEIRA : ",F10.2,
#      " (GF",//)
      WRITE(6,800)
      FORMAT(15X,"RAMPA MAXIMA TEORICA CONSIDERANDO DISTRIBUICAO DE ",
#      "TORQUE")
      WRITE(6,750) GMXT,PFT,PRT
      WRITE(6,900)
      FORMAT(15X,"RAMPA MAXIMA DECORRENTE DA MOTORIZACAO E DA RELACAO",
#      " DE TRANSMISSAO E DISTRIBUICAO DE TORQUE")
      WRITE(6,750) GMXE,PFE,PRE
      WRITE(6,950)
      FORMAT(15X,"RAMPA MAXIMA EFETIVA")
      WRITE(6,750) GMX,PF,PR
      WRITE(6,960) GBLQ,PT
      FORMAT(15X,"RAMPA MAXIMA EFETIVA COM DIFERENCIAL INTERMEDIARIO ",
#      "BLOQUEADO",/,20X,"G : ",F5.1," X",/,20X,"FORCA TRATIVA ",
#      "TOTAL : ",F10.2," KGF",//)
      RETURN
      END

```

```

=====
      INTEGER I,N
      REAL W,LF,LR,H,DT,MM,RR,RED,RG,GAMA,ATH,ROH,ATR,ROR
      READ (5,/) N

```

```

      009:0009:3 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT
      DO 10 I=1,N
        READ (5,/) W,LF,LR,H,MM,RR,RED,RG,GAMA
      009:0024:3 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT
        READ (5,/) ATH,ROH,ATR,ROR,FT
      009:0035:3 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT
        WRITE(6,20)W,100.*(LR/(LF+LR)),100.*(LF/(LF+LR)),H,LF+LR,
#        RED,FT,100-FT
        FORMAT("1",/,15X,"PESO BRUTO DO VEICULO 4X4 : ",F6.1," KGF",/,
#        15X,"DISTRIBUICAO DE PESO ESTATICO DIANT/TRAS : ",F5.1,
#        " (X) / ",F5.1," (X)",/,15X,"ALTURA DO CG : ",F6.2," M",/,
#        15X,"DISTANCIA ENTRE EIXOS : ",F6.2," M",/,
#        15X,"REDUCAO : ",F5.1,/,15X,"DISTRIBUICAO DE TORQUE DIANT",
#        "EIRO/TRASEIRO : ",F4.1," / ",F4.1,/)
        DT=FT/(100.-FT)

```

CALL APH4(W,LF,LR,H,ATH,ROH,DT,MM,RR,RED,RG,GAMA)
CALL RAMP4(W,LF,LR,H,ATR,ROR,DT,MM,RED,RG,RR)
CONTINUE

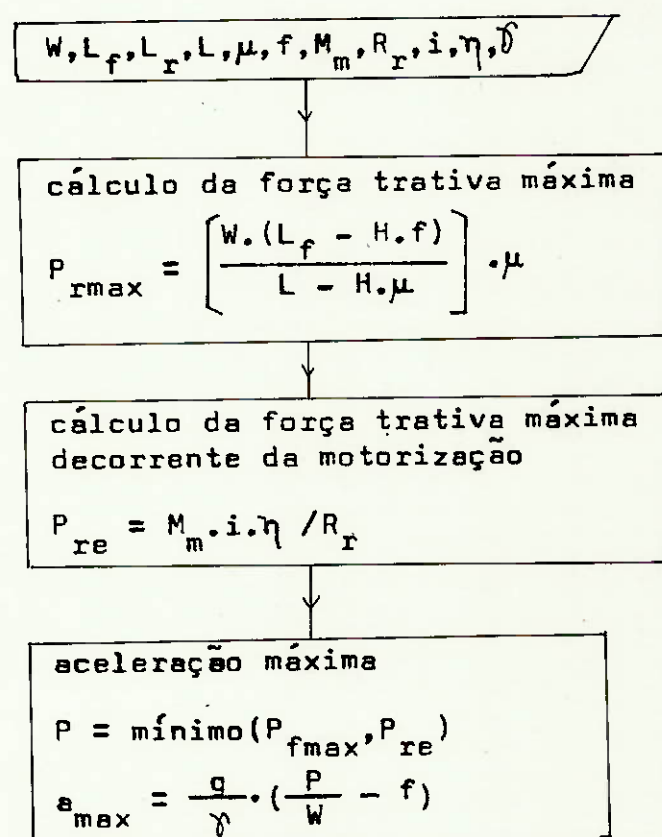
STOP
END

=====

NO ERRORS DETECTED. NUMBER OF CARDS = 163.
COMPILATION TIME = 20 SECONDS ELAPSED. 2.10 SECONDS PROCESSING.
O2 STACK SIZE = 10 WORDS. FILESIZE = 140 WORDS. ESTIMATED CORE STORAGE R
TOTAL PROGRAM CODE = 505 WORDS. ARRAY STORAGE = 0 WORDS.
NUMBER OF PROGRAM SEGMENTS = 14. NUMBER OF DISK SEGMENTS = 59.
PROGRAM CODE FILE = (PMC5813228063)QT ON DISK.

VI- Programa para determinação da aceleração máxima de veículo 4X2

Abaixo, temos um diagrama de blocos simplificado do programa para determinação da aceleração máxima de um veículo de tração traseira, assim como da força trativa. Na página seguinte, temos a listagem em linguagem FORTRAN.



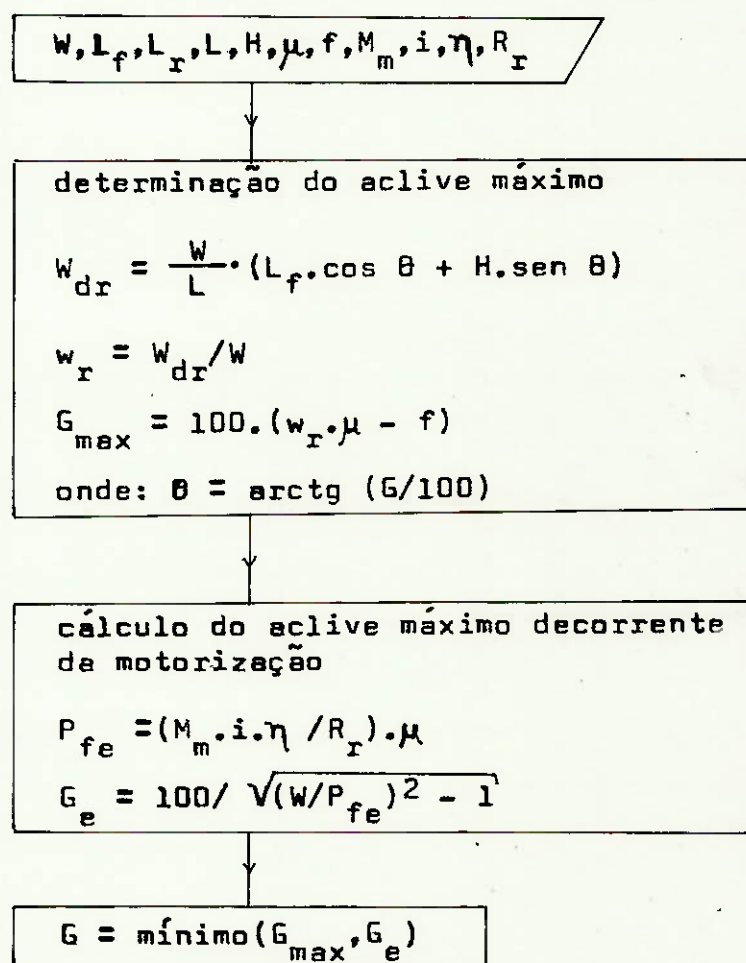
BURROUGHS LARGE SYSTEMS FORTRAN COMPILATION MARK 3.5.281

D O I S O N D I S K
= = = = =

SUBROUTINE APH2(W,LF,LR,H,AT,FC,MM,RR,RED,RG,GAMA)
REAL LF,LR,H,AT,RO,GAMA,L,WDR,PRMX,MM,RED,RG,RR,PRE,PR,FR,AMX
L=LR+LF
WDR=W*(LF-RC*H)/(L-AT*H)
PRMX=AT*WDR
MR=MM*RED*RG
PRE=PR/RR
IF(.NOT.(PRMX.GT.PRE)) GO TO 100
PR=PRE
GO TO 200
PR=PRMX
100 AMX=(1/GAMA)*((PR/W)-RO)
200 WRITE (6,500) PRMX,PRE
500 FORMAT(15X,"FORCA TRATIVA TEORICA MAXIMA LIMITADA PELC ATRITO: ",
F10.2," KGF",//,44X,"LIMITADA PELA MOTORIZACAO: ",F10.2,
"KGF",//)
WRITE (6,600) AT,RO,AMX,PR
600 FORMAT(15X,"ACELERACAO MAXIMA DO VEICULO EM TERRENO PLANO",
" HORIZONTAL COM : ",//,20X,"COEF. ATRITO : ",F3.2,/
20X,"COEF. RESIST. ROLAMENTO : ",F5.3,//,30X,"A : ",F6.3,
" M/S2",//,30X,"FORCA TRATIVA EFETIVA : ",F10.2," KGF",//)
RETURN
END

VII- Programa para determinação do aclive máximo para veículo 4X2

Este programa determina o aclive máximo e a força trativa de um veículo de tração traseira. Abaixo, temos um diagrama de blocos simplificado, e na página seguinte, temos a listagem em FORTRAN deste programa.



```

SUBROUTINE RAMP2(LF,LR,H,AT,RO,MM,RR,RED,RG)
REAL L,LF,LR,AT,RO,H,ANG,L,WR,WR,GMXT,ANGM,DIF,PRT,PR,RED,RG,RR,
# PR,PRE
ANG=0
L=LR+LF
100 WR=(H/L)*(LF*CCS(ANG)+H*SIN(ANG))
WR=WR/W
GMXT=100.*(WR*AT-RO)
ANGM=(GMXT/100.)
DIF=ABS((ANGM-ANG)/ANGM)
ANG=ANGM
IF(.NOT.(DIF.GT.0.05)) GO TO 200
GO TO 100
200 PRT=WR*AT
MR=PR*RED*RG
PRE=MR/RR
GMXE=100./SQRT(((H/PRE)**2)-1.)
IF(.NOT.(GMXT.LE.GMXE)) GO TO 300
GMX=GMXT
PR=PRT
GO TO 400
300 GMX=GMXE
PR=PRE
400 WRITE (6,500) AT,RO,GMXT,PRT
500 FORMAT(15X,"RAMPA MAXIMA LIMITADA PELAS CONDICAOES DO SOLCO",//,
# 20X,"COEF. DE ATRITO : ",F4.2,/,20X,"COEF. RESIST. ROLA",
# "MENTO : ",F5.3,/,25X,"G : ",F5.2," Z",/,25X,
# "FORCA TRATIVA TRASEIRA : ",F10.2," KGF",//)
WRITE (6,600) GMXE,PRE
600 FORMAT(15X,"RAMPA MAXIMA LIMITADA PELA MOTORIZACAO",//,25X,
# "G : ",F5.2," Z",/,25X,"FORCA TRATIVA TRASEIRA : ",F10.2,
# " KGF",//)
WRITE (6,700) GMX,PR
700 FORMAT(15X,"RAMPA MAXIMA EFETIVA",//,25X,"G : ",F5.2," Z",/,25X,
# "FORCA TRATIVA : ",F10.2," KGF",//)
RETURN
END

```

```

=====
INTEGER I,N
REAL L,LF,LR,H,MM,RR,RED,RG,GAMA,ATH,ROH,ATR,ROR
READ (5,/) N
OC8:OC09:3 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT
DC 10 I=1,N
READ (5,/) L,LF,LR,H,MM,RR,RED,RG,GAMA
OC8:OC24:3 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT
READ (5,/) ATH,ROH,ATR,ROR
OC8:OC34:3 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT
WRITE (6,100) H,100.*LR/(LF+LR),100.*LF/(LF+LR),H,LF+LR,MM,RED
100 FORMAT("1",/,10X,"RESULTADOS PARA VEICULO 4X2 COM TRACAO TRAS",
# "EIRA",/,10X,"PESO BRUTO DO VEICULO : ",F8.1," KGF",/,
# 10X,"DISTRIBUICAO ESTATICA DO PESO DIANTI/TRAS : ",F6.2,
# "(1) / ",F6.2," (2)",/,10X,"ALTURA DO CG : ",F6.2," M",
# /,10X,"DISTANCIA ENTRE EIXOS : ",F6.2," M",
# /,10X,"TORQUE MAXIMO DO MOTOR : ",F6.2," N.KGF",/,10X,
# "REDUCCAO MAXIMA : ",F6.2,/)
CALL AMP2(L,LF,LR,H,ATH,ROH,MM,RR,RED,RG,GAMA)
CALL RAMP2(L,LF,LR,H,ATR,ROR,MM,RR,RED,RG)
CONTINUE
STOP
END
=====

```

VIII- Programa para levantamento do desempenho geral

O programa pode ser dividido em duas partes:

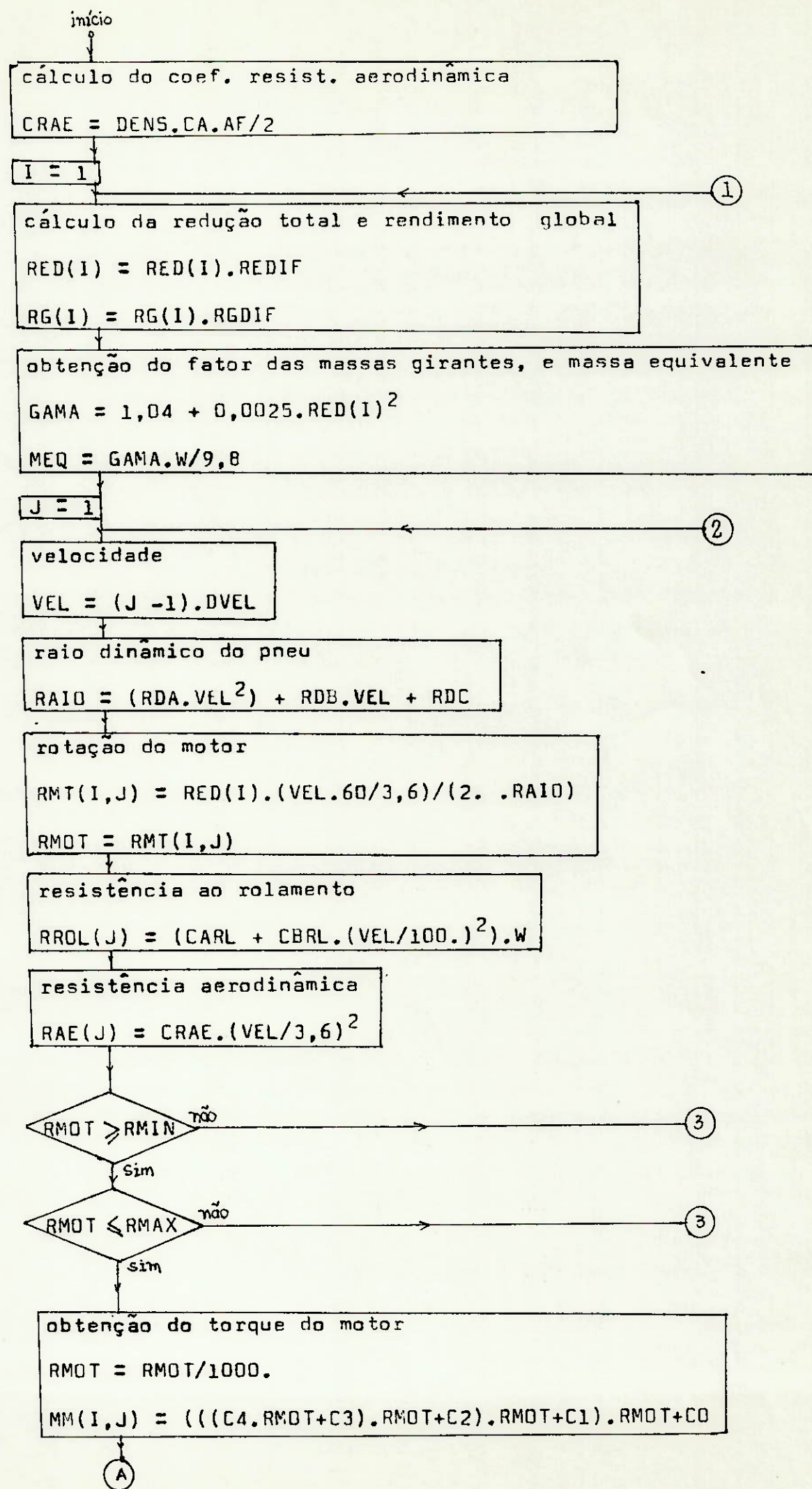
1-) Cálculo das forças (em que se determinam para cada marcha e cada velocidade):

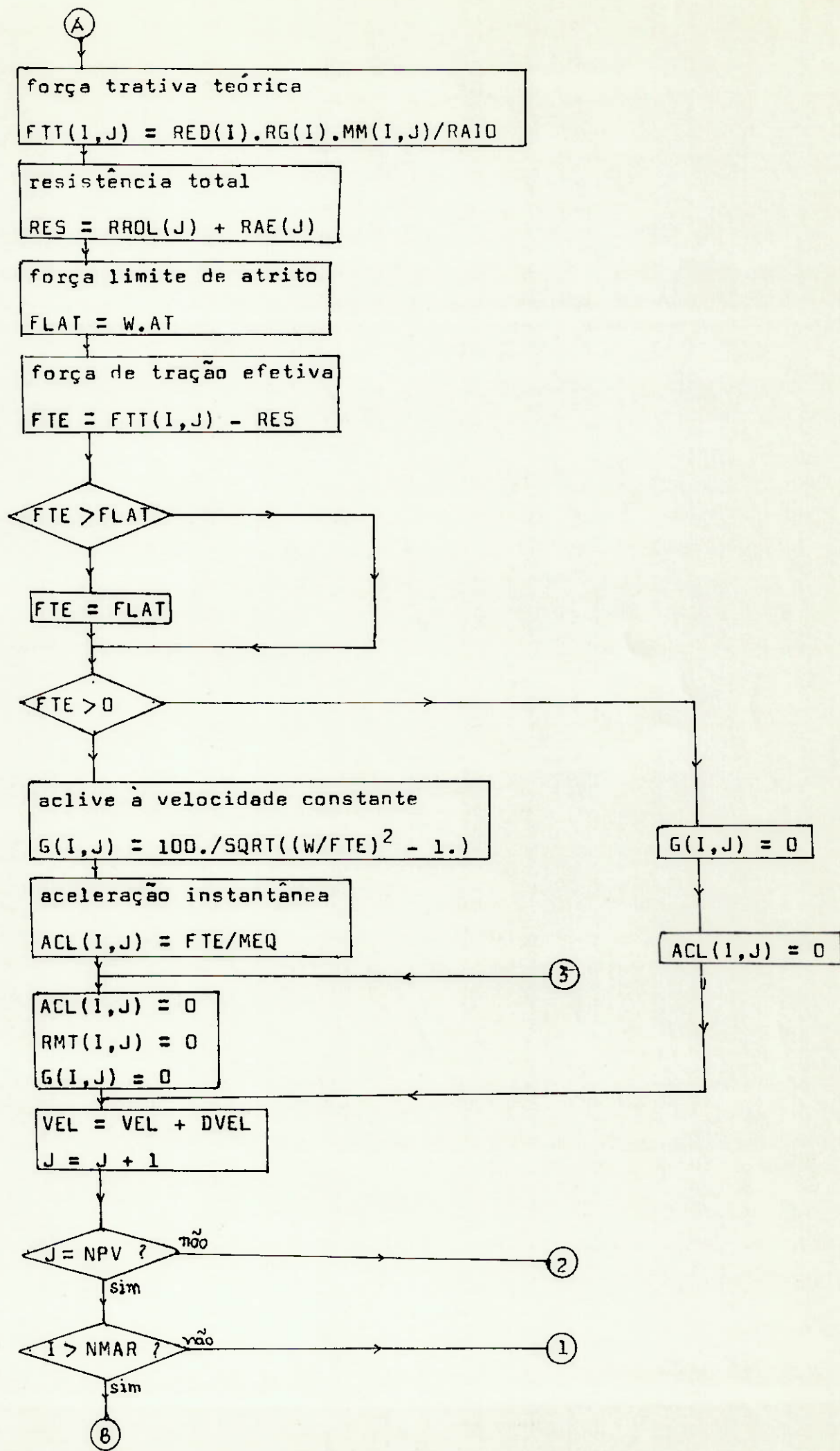
- a-) rotação do motor
- b-) torque do motor
- c-) força teórica de tração
- d-) resistência ao rolamento
- e-) resistência aerodinâmica
- f-) resistência total
- g-) força efetiva de tração
- h-) rampa a velocidade constante
- i-) aceleração instantânea do veículo

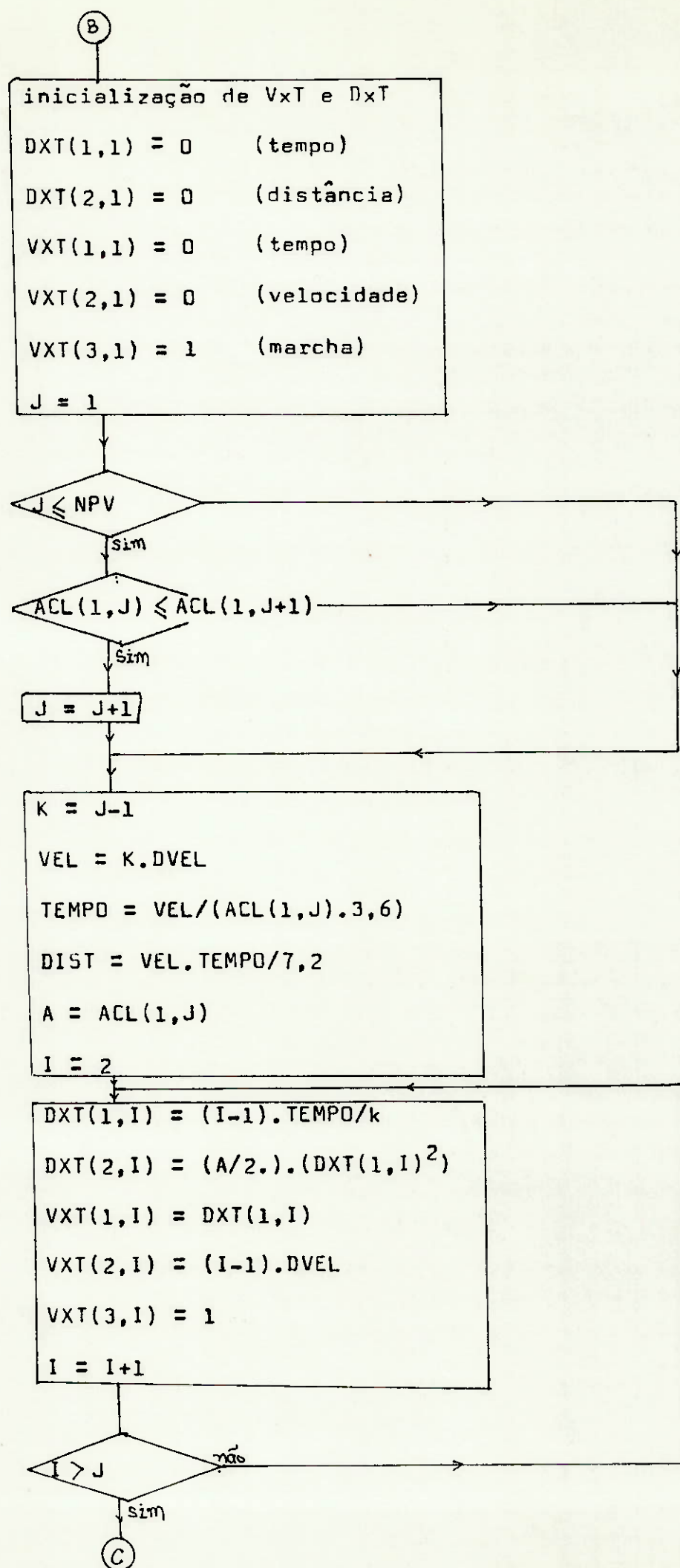
2-) Integração da aceleração e da velocidade obtendo:

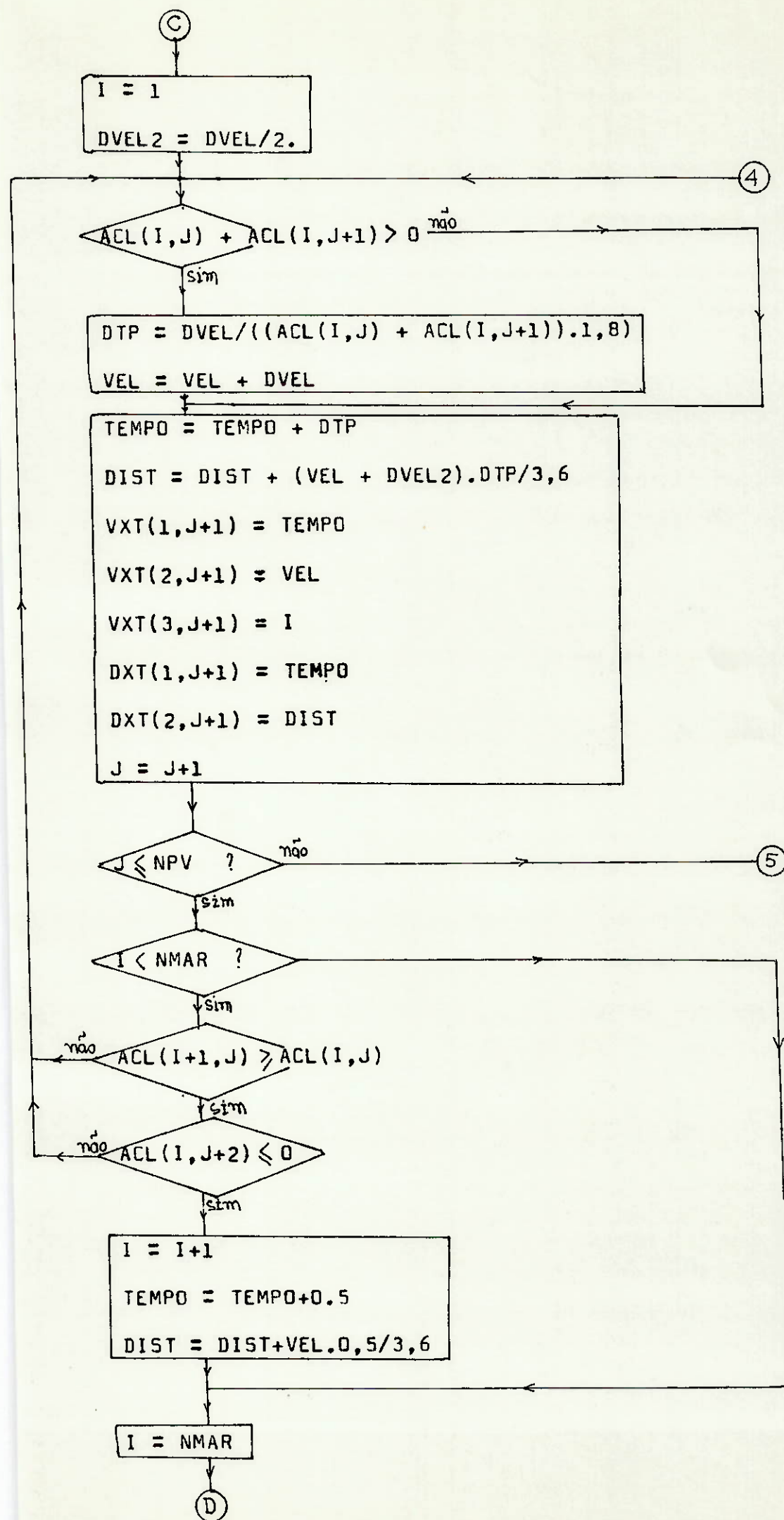
- a-) velocidade em função do tempo
- b-) distância em função do tempo

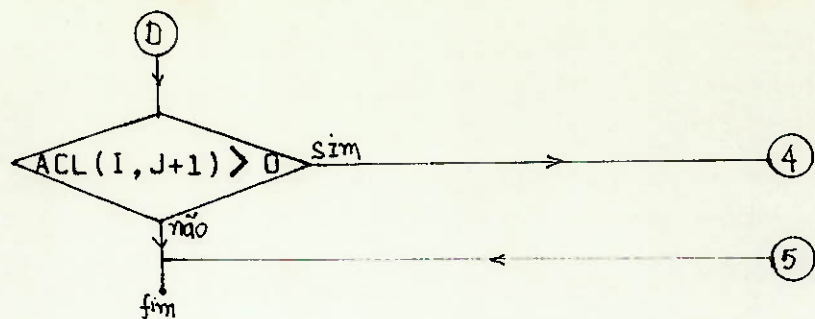
A seguir temos um diagrama de blocos, e também uma listagem do programa em linguagem FORTRAN:











Observações:

a-) A curva de torque do motor é aproximada por um polinômio de 4º grau, sendo que para obtenção dos coeficientes utilizamos o método dos mínimos quadrados, e a rotação dividida por mil.

b-) A resistência aerodinâmica é obtido através da seguinte equação:

$$R_a = \frac{\rho}{2} \cdot C_a \cdot A \cdot (V/3,6)^2 \quad \text{com } \rho = 0,125 \text{ kg.m}^{-4} \cdot \text{s}(760 \text{ mm Hg}, 20^\circ\text{C})$$

c-) Os coeficientes de resistência ao rolamento, são obtidos , usando-se uma fórmula empírica:

$$1000 \cdot f = 5,1 + \frac{5,5 + 18 \cdot 0,001 \cdot W}{p} + \frac{8,5 + 6 \cdot W \cdot 0,001}{p} \cdot (V/100)^2$$

onde: W - peso total do veículo em kg

p - pressão dos pneus em kg/cm²

V - velocidade do veículo em km/h

```

INTEGER I, J
REAL ACL(10,150), VEL, NPV, RAID, RDA, RDB, RDC, RMDT, RMT(10,150), RMIN,
#   RMAX, CO, C1, C2, C3, C4, FIT(10,150), RED(10), RG(10), RROL(150),
#   RAE(150), FTE, FLAT, G(10,150), W, MEQ, DVEL, NMAR, FXV(11,150),
#   CARL, CBRL, CRAE, DXT(2,150), VXT(3,150), K, TEMPO, DIST, DVEL2,
#   DTP, CA, AF, DENS, AT, GAMA, REDIF, RGDIF, RES, HM(10,150), A
READ(5,/) W, NMAR, RMIN, RMAX, CO, C1, C2, C3, C4

002:0019:3 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT A
READ(5,/) RDA, RDB, RDC, CARL, CBRL, AT, CA, AF, DENS
002:0033:3 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT A
WRITE(6,15) W

5  FORMAT(15X,"PESO BRUTO DO VEICULO : ",F8.1," KGF",//)
   WRITE(6,20) RMIN, RMAX, CO, C1, C2, C3, C4
10  FORMAT(15X,"ROTACAO MINIMA DO MOTOR : ",F5.0," RPM",/,15X,"ROTA",
#   "CAO MAXIMA DO MOTOR : ",F5.0," RPM",/,20X,"COEF. DA CURVA",
#   " TORQUE (M.KGF) X ROTACAO (1000 RPM) : ",/,25X,"CO= ",F10.5,
#   /,25X,"C1= ",F10.5,/,25X,"C2= ",F10.5,/,25X,"C3= ",F10.5,/,
#   25X,"C4= ",F10.5,/)
   WRITE(6,25) RDA, RDB, RDC
15  FORMAT(15X,"COEF. DO RAID DINAMICO DO PNEU : ",/,25X,"RDA= ",F10.5
#   /,25X,"RDB= ",F10.5,/,25X,"RDC= ",F10.5,/)
   WRITE(6,30) CARL, CBRL, CA, AF
30  FORMAT(15X,"COEF. DA RESIST. AO ROLAMENTO : ",/,25X,"CARL= ",F10.5
#   /,25X,"CBRL= ",F10.5,/,15X,"COEF. DE RESIST. AERODINAMICA : "
#   /,25X,"CA= ",F5.2,/,15X,"AREA FRONTAL DO VEICULO : ",/,25X,
#   "AF= ",F4.1," M2",/)
   WRITE(6,35) NMAR
35  FORMAT(15X,"CAIXA DE MUDANCAS",/,20X,"NUMERO DE MARCHAS : ",I2,/)
   DO 10 I=1, NMAR
      READ(5,/) RED(I), RG(I)
      002:0074:3 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT
      WRITE(6,40) I, RED(I), RG(I)
40  FORMAT(25X,I2,"A MARCHA : REDUCAO= ",F8.3," ; RENDIMENTO= ",
#   F4.3)
10  CONTINUE
      READ(5,/) REDIF, RGDIF
      002:0080:3 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT
      WRITE(6,42) REDIF, RGDIF
42  FORMAT(/,15X,"DIFERENCIAL",/,25X,"REDUCAO= ",F8.3," ; RENDIMEN",
#   "TO= ",F4.3,/)
      READ(5,/) NPV, DVEL
      002:00A1:3 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT
      WRITE(6,45) NPV, DVEL
45  FORMAT(15X,"NUMERO DE PONTOS DE VELOCIDADE : ",I3,/,
#   15X,"INCREMENTO DA VELOCIDADE : ",F5.2," KM/H",//)
      PI=ACOS(-1.)
      CRAE=DENS*CA*AF/2.
      I=1
      DO 90 J=1, NPV
         FXV(1,J)=(J-1.)*DVEL
90  CONTINUE

```

```

100 IF(.NOT.(I.LE.NPAR)) GO TO 700
    RED(I)=RED(I)*REDIF
    RG(I)=RG(I)*RGDIF
    GAMA=1.04+0.0025*RED(I)**2
    MEQ=GAMA*W/9.8
    DO 600 J=1,NPV
        VEL=FXV(I,J)
        RAID=(RDA*VEL**2)+RDB*VEL+RDC
        RMT(I,J)=RED(I)*(VEL*60./3.6)/(2.*PI*RAID)
        RMOT=RM(I,J)
        RROL(J)=(CARL*CBRL*(VEL/100.）**2)*W
        RAE(J)=CRAE*(VEL/3.6)**2
        IF(.NOT.((RMOT.GE.RMIN).AND.(RMOT.LE.RMAX))) GO TO 400
            RMOT=RMOT/1000.
            MM(I,J)=(((C4*RMOT+C3)*RMOT+C2)*RMOT+C1)*RMOT+C0
            FTT(I,J)=RED(I)*RG(I)*MM(I,J)/RAID
            RES=RROL(J)+RAE(J)
            FTE=FTT(I,J)-RES
            FLAT=W*AT
            IF(.NOT.(FTE.GT.FLAT)) GO TO 300
                FTE=FLAT
300 IF(.NOT.(FTE.GT.0)) GO TO 350
        G(I,J)=100./SQRT((W/FTE)**2-1.)
        ACL(I,J)=FTE/MEQ
        FXV(I+1,J)=FTE
        GO TO 500
550 G(I,J)=0
        ACL(I,J)=0
        FXV(I+1,J)=0
        GO TO 500
600 ACL(I,J)=0
        FXV(I+1,J)=0
        RMT(I,J)=0
        G(I,J)=0
650 VEL=VEL+DVEL
700 CONTINUE
    I=I+1
    GO TO 100
700 DXT(1,1)=0
    DXT(2,1)=0
    VXT(1,1)=0
    VXT(2,1)=0
    VXT(3,1)=1
    J=1
50 IF(.NOT.((J.LE.NPV).AND.(ACL(1,J).LE.ACL(1,J+1)))) GO TO 800
    J=J+1
    GO TO 750
800 K=J-1
    VEL=K*DVEL
    TEMPC=VEL/(ACL(1,J)*3.6)
    DIST=VEL*TEMPC/7.2
    A=ACL(1,J)
    DO 850 I=2,J
        DXT(1,I)=(I-1)*TEMPC/K
        DXT(2,I)=(A/2.)*(DXT(1,I))**2
        VXT(1,I)=DXT(1,I)
        VXT(2,I)=(I-1)*DVEL
        VXT(3,I)=1
50 CONTINUE
    I=1

```

```

DVEL2=DVEL/2.
900 IF(.NOT.((ACL(I,J)+ACL(I,J+1)).GT.0)) GO TO 950
DIP=DVEL/((ACL(I,J)+ACL(I,J+1))*1.8)
VEL=VEL+DVEL
950 TEMPO=TEMPO+DIP
DIST=DIST+(VEL+DVEL2)*JTP/3.6
VXT(1,J+1)=TEMPO
VXT(2,J+1)=VEL
VXT(3,J+1)=I
DXT(1,J+1)=TEMPO
DXT(2,J+1)=DIST
J=J+1
IF(.NOT.(J.LE.NPV)) GO TO 1200
IF(.NOT.(I.LT.NMAR)) GO TO 1000
IF(.NOT.((ACL(I+1,J).GE.ACL(I,J)).OR.(ACL(I,J+2).LE.0)))
# GO TO 1100
I=I+1
TEMPO=TEMPO+0.5
DIST=DIST+VEL*0.5/3.6
GO TO 1100
1000 I=NMAR
IF(.NOT.(ACL(I,J+1).GT.0)) GO TO 1200
1100 GO TO 900
1200 DO 3000 I=1,NMAR
WRITE(6,2000) I
2000 FORMAT(//,5X,I2,"A MARCHA",/)
WRITE(6,2010)
2010 FORMAT(10X,"VELOC. ROTACAO T.MOTOR F.TEOR. R.ROL. R.AER. R.",
# "TOT. F.EFET. ACEL. ACLIVE",/,10X,"(KM/H) (RPM) ("
# "M.KGF) (KGF) (KGF) (KGF) (KGF) (M/S2) "
# "(%)",/)
2020 FORMAT(10X,F5.1,2X,I5,4X,F4.1,3X,I5,3X,I4,3X,I4,2X,I5,3X,I5,
# 2X,F6.3,1X,F5.1)
J=1
2030 IF(.NOT.(RMT(I,J).LT.RMIN)) GO TO 2040
J=J+1
GO TO 2030
2040 IF(.NOT.(FXV(I+1,J).GT.0)) GO TO 3000
WRITE(6,2020) FXV(1,J),RMT(I,J),MM(I,J),FTT(I,J),
# RROL(J),RAE(J),RROL(J)+RAE(J),
# FXV(I+1,J),ACL(I,J),G(I,J)
J=J+1
GO TO 2040
3000 CONTINUE
WRITE(6,3700)
3700 FORMAT("1",/,10X,"VELOC.",5X,"DISTANCIA",5X,"TEMPO",5X,"MARCHA",
# /,10X,"(KM/H)",8X,"(M)",9X,"(S)",/)
3800 FORMAT(10X,F5.1,6X,F7.2,8X,F5.1,5X,I2)
DO 3900 J=1,NPV
WRITE(6,3800) VXT(2,J),DXT(2,J),DXT(1,J),VXT(3,J)
3900 CONTINUE
STOP
END
=====

```

BIBLIOGRAFIA:

- STEEDS, W.

Mechanics of Road Vehicles

First Published, 1960, Iliffe & Sons, Ltd, London

- TABOREK, Jaroslav J.

Mechanics of Vehicles. Machine Design

Fourth Printing, 1981, Penton Publishing Co.

-CROUSE, William H.

Automotive Chassis and Body

1966, McGrawHill Book Company

APOSTILAS:

- MADUREIRA, Omar M.

Metodologia do Projeto. Notas de Aula

- MADUREIRA, Omar M.

Estudos Teóricos de Desempenho de Veículos. Aplicação de computadores Digitais

- PROMEC

Fundamentos de Projetos de Veículos. Planejamento e Coordenação dos Programas