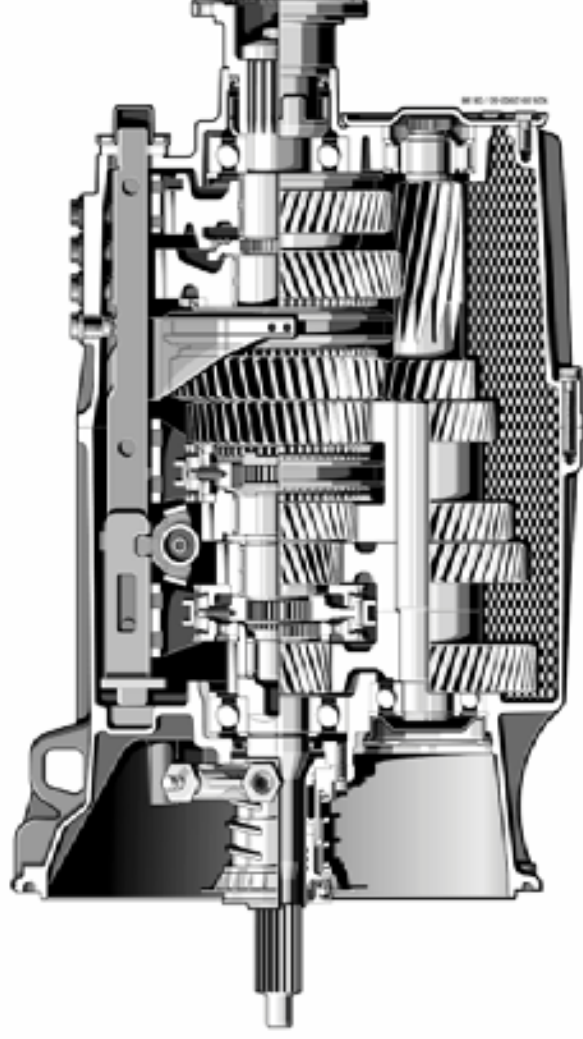


Caixa de Mudanças

Função / Objetivo

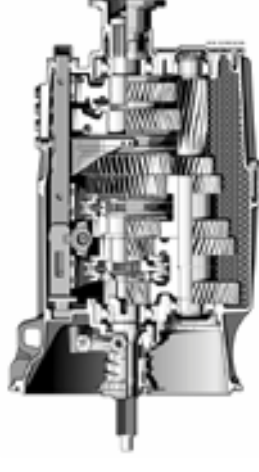
- Adequar o torque e rotação provenientes do motor de acordo com as necessidades de operação do veículo;
- Possibilitar o funcionamento do motor com o veículo parado.
- Inverter o sentido de rotação da árvore de transmissão em relação ao motor
- Possibilitar o ponto morto

As caixas de mudanças manuais são constituídas basicamente por engrenagens de rodas dentadas. Para variar o fator de multiplicação, transmite-se a força motriz através de diferentes pares de engrenagens.

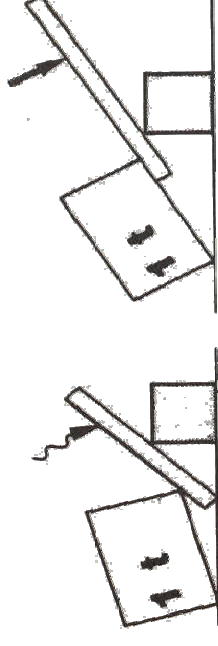


Conceito

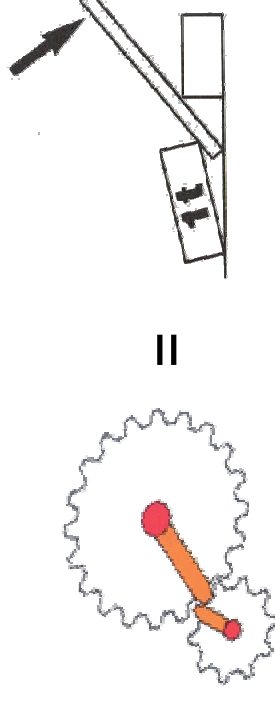
A caixa de mudanças também é chamada tecnicamente de dispositivo de mudança de torque. Ela permite-nos selecionar maior velocidade com menos torque, ou pouca velocidade com grande torque, de acordo com as necessidades do movimento.



O torque (medido em Nm) é o produto de uma força fornecida por uma alavanca. Quanto maior a alavanca, maior será o torque (força).



As engrenagens operam como alavancas, de tamanhos maiores ou menores. Quanto maior a engrenagem movida, maior será o torque, embora esteja em rotação mais lenta



Conceito

A rotação de duas engrenagens do mesmo tamanho, com os mesmo número de dentes, será de velocidade e torque idênticos.

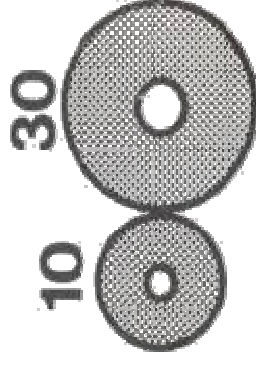


TORQUE = TORQUE
VELOCIDADE = VELOCIDADE

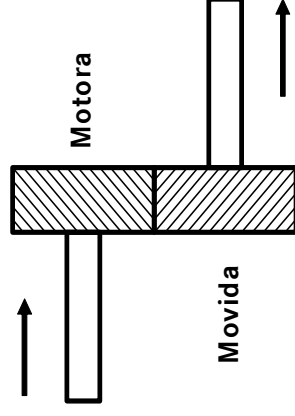
Uma engrenagem de dez dentes trabalhando com outra com trinta dentes, terá que dar três voltas para que a de trinta dentes dê uma volta. Esta chama-se redução **três-por-um**. O torque de saída será três vezes maior, desprezando-se a perda por atrito. Isto denomina-se torque **um-por-três**.

Ex.: Redução e Torque

3 voltas	1 volta
+ velocidade	- velocidade
- torque	+ torque
3	1 (Redução)
1	3 (Torque)



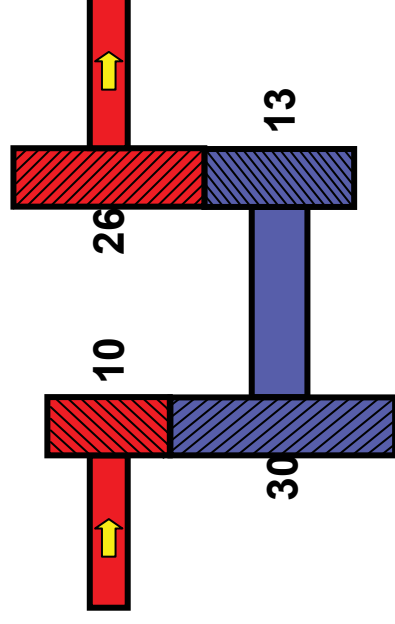
A engrenagem que aciona é chamada de “motora”, e a outra “movida”. Sempre que a engrenagem motora for menor que a movida existirá uma redução de velocidade e uma multiplicação de torque na engrenagem movida.



Relação de redução

A Relação de redução é o fator que determina torque e a rotação de saída em uma transmissão por engrenagens. O cálculo da relação de redução é feito da seguinte forma:

$$\text{Relação de Redução} = \frac{\text{nr. de dentes da engrenagem movida}}{\text{nr. de dentes da engrenagem motora}} \quad \text{ou} \quad R = \frac{\text{Movida}}{\text{Motora}}$$

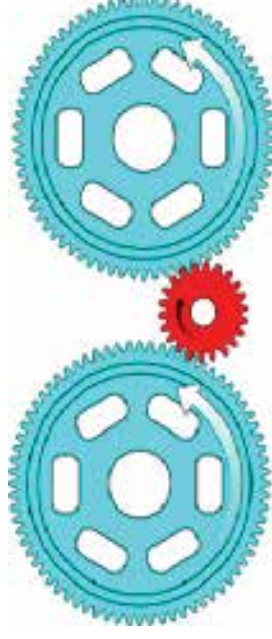
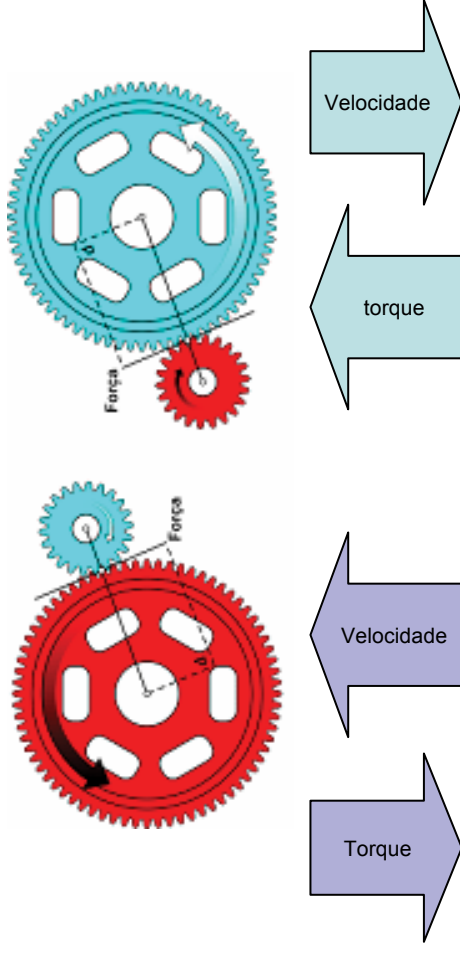


$$R = \frac{30}{10} \quad R = \frac{26}{13}$$

$$R = \frac{26}{13} = \text{Relação de Redução } 6:1$$

Neste exemplo a rotação diminui seis vezes tendo o torque aumentado na mesma proporção.

Relação de redução



Exemplo: Bicicleta

A marcha engatada está desmultiplicando duas vezes, ou seja, a saída na roda está com uma velocidade duas vezes maior do que na entrada "pedal".



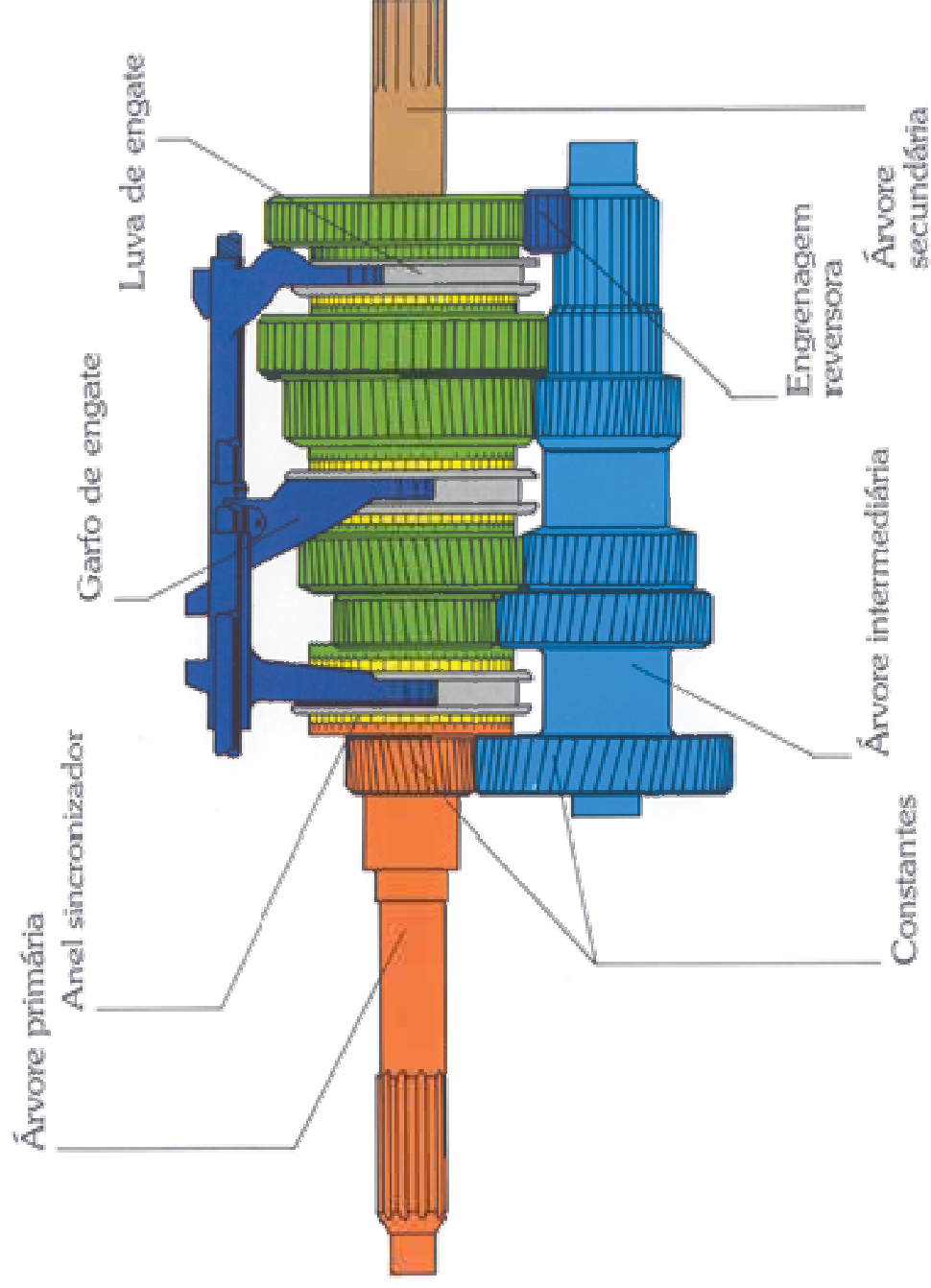
44 dentes

22 dentes

+ Velocidade
- Torque

As caixas de mudanças que tem suas marchas fazendo desmultiplicação, tem o nome de **Overdrive**, (rotação de saída maior que a da entrada).
Ex.: 8ª H = 0,83 : 1

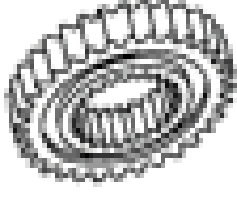
Componentes



Componentes/ Funcionamento

Dentes Retos

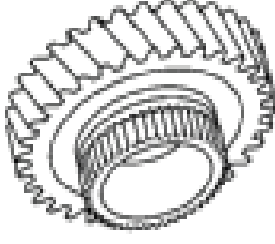
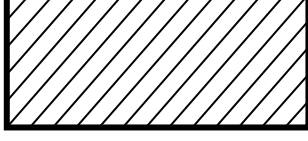
Existem engrenagens de dentes retos e dentes helicoidais. As engrenagens de dentes retos geralmente são usadas em marchas que **não** necessitam serem utilizadas em períodos de longo engrenamento, primeira marcha (caixas antigas), crawler, e marcha-à-ré, pelo motivo de as mesmas quando engrenadas produzirem ruído contínuo (**retos**).



Dentes helicoidais

As engrenagens de dentes helicoidais, assim chamadas por possuírem seus dentes em forma de hélice, são as mais utilizadas na maioria das caixas de mudanças existentes.

Ao contrário das engrenagens de dentes retos, são aplicadas para marchas menos reduzidas e por conseguinte de período de engrenamento mais longo, engrenamento esse mais perfeito e de funcionamento silencioso.



Componentes/ Funcionamento

Convém esclarecer, que peças que **transmitem movimento de torção** leva o nome de “**árvore**” .



Árvore Primária



Árvore Intermediária



Árvore Secundária

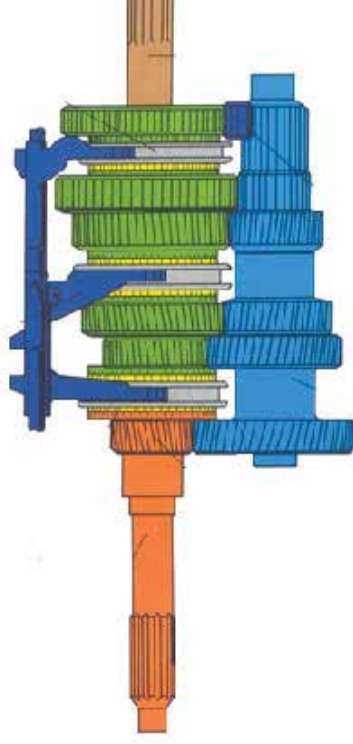
“**Eixo**” é aquele que somente **suporta** uma ou mais peças, móveis ou não.
Exemplo: Eixo dianteiro, eixo traseiro, etc.



Funcionamento

Na caixa de mudanças, as engrenagens estão colocadas sobre árvores, dentro de uma caixa fechada, banhada a óleo. Na maioria dos tipos, a árvore secundária é suportada na extremidade dianteira por um mancal piloto ou rolamento localizado dentro da árvore primária, e a extremidade posterior ligada à árvore de transmissão por meio de uma junta universal.

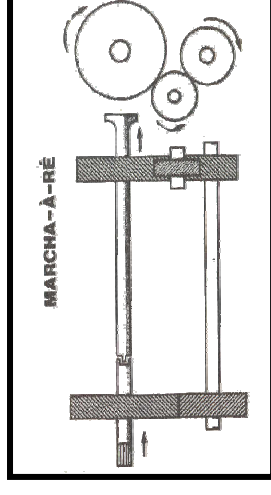
A árvore intermediária comporta uma engrenagem denominada “Constante”, que está constantemente engrenada com a engrenagem motora principal da árvore primária. Possui ainda outras engrenagens fixas que estão engrenadas ao seu par correspondente na árvore secundária, denominadas “loucas”. Assim denominadas por que estão apoiadas na árvore secundária sobre rolamentos. Portanto não transmitem movimento à árvore secundária. Ao acionar a alavanca seletora de marchas, seleciona uma determinada marcha, cuja luva de engate se movimenta até fixar a engrenagem daquela marcha na árvore secundária, movimentando-a com a relação de engrenagens desejada. Esta operação poderá, ou não, ser auxiliada por anéis sincronizadores que controlam a velocidade das engrenagens até se igualarem, evitando assim o choque e possíveis danos aos dentes das mesmas.



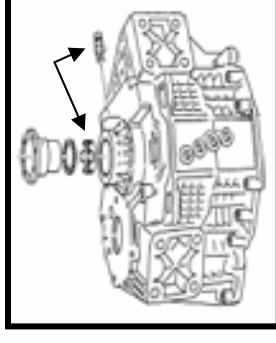
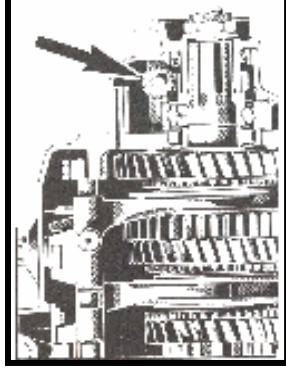
As combinações possíveis de engrenagens e o mecanismo de mudanças estão dispostos de tal modo que quando a alavanca seletora de marchas está na posição “neutra”, ou “ponto-morto”, não há ligação entre a árvore de manivelas e a árvore de transmissão. Isto permite que o motor continue funcionando mesmo com a embreagem inoperante, sem que seja transmitida rotação alguma à árvore de transmissão e ao diferencial.

Funcionamento

A caixa de mudanças também permite que o veículo se movimente para trás intercalando uma terceira engrenagem, a intermediária de marcha-à-ré, suportada livremente por um eixo menor. Isto faz a engrenagem da árvore secundária girar em direção oposta àquela em que giraria normalmente.



Na parte traseira da árvore secundária há um parafuso “rosca sem-fim”, que por meio de uma engrenagem e um eixo flexível, aciona o velocímetro. Em caixas de mudanças mais modernas, para executar essa leitura temos um sensor de velocidade e um disco de impulso “arruela dentada”.



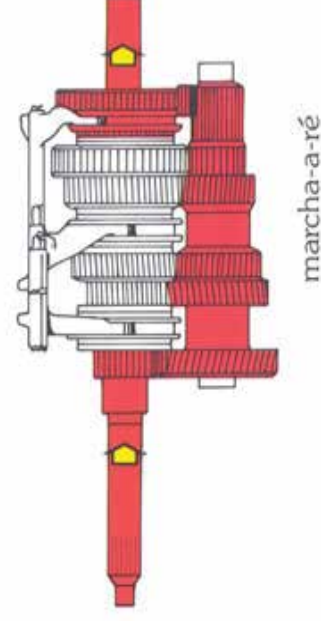
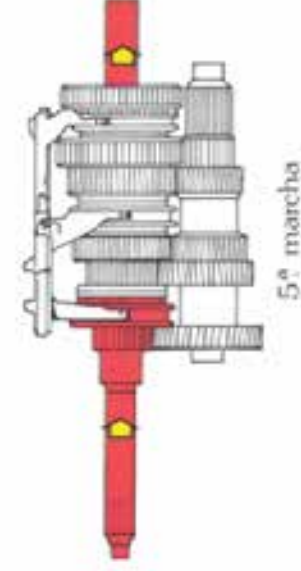
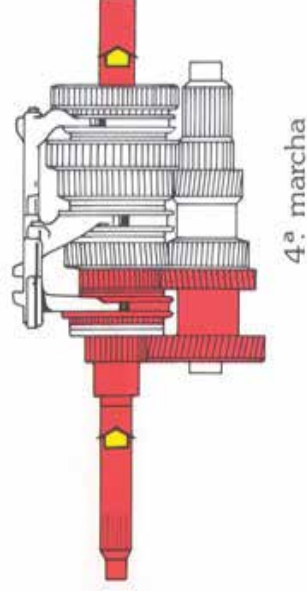
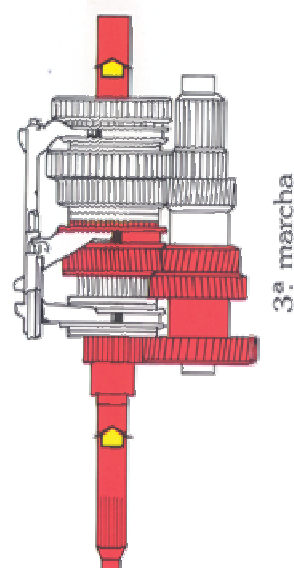
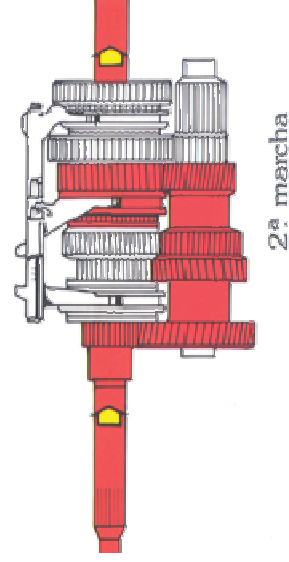
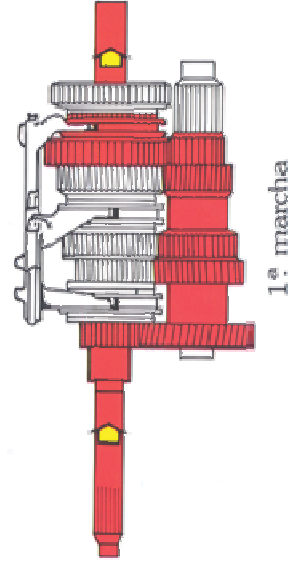
Um orifício, fechado por um bujão, serve para esgotar o óleo lubrificante da caixa (2). O orifício de enchimento(1), também fechado por um bujão, está geralmente localizado de modo a determinar o nível correto do óleo. As superfícies ao redor do bujão de enchimento devem sempre ser cuidadosamente limpas antes de retirar o bujão. Falta de cuidado, poderá fazer com que impurezas abrasivas penetrem na caixa e causem avarias nos dentes das engrenagens, mancais ou rolamentos.



A parte externa da caixa de mudanças deve ser inspecionada periodicamente, para verificar se há vazamentos. Quando houver indícios de vazamentos, a causa deverá ser eliminada, e o nível de óleo verificado e completado quando necessário.

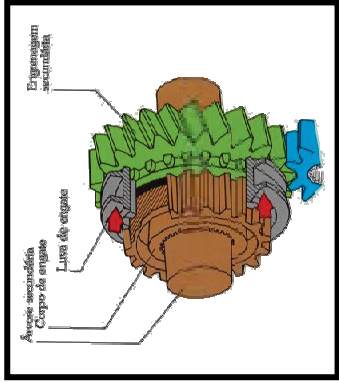
Fluxo de Força

A representação do fluxo do torque em uma caixa de mudanças de cinco marchas à frente e uma ré.



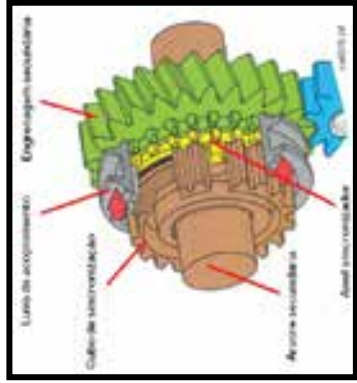
Engrenamento

Existem diferentes tipos de caixas de mudanças manuais, cuja diferença consiste no mecanismo de engrenamento das marchas



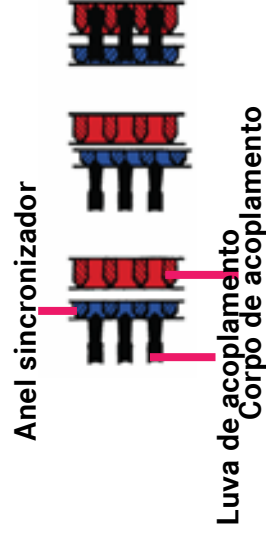
Engrenamento com garras constantes

Mediante o deslocamento da luva, consegue-se o engrenamento do corpo de engate com a engrenagem secundária



Engrenamento com sincronização

Na caixa de mudanças, o dispositivo de sincronização se encarrega de igualar o número de rotações da árvore primária com a rotação de cada marcha, sem a necessidade da dupla embreagem.

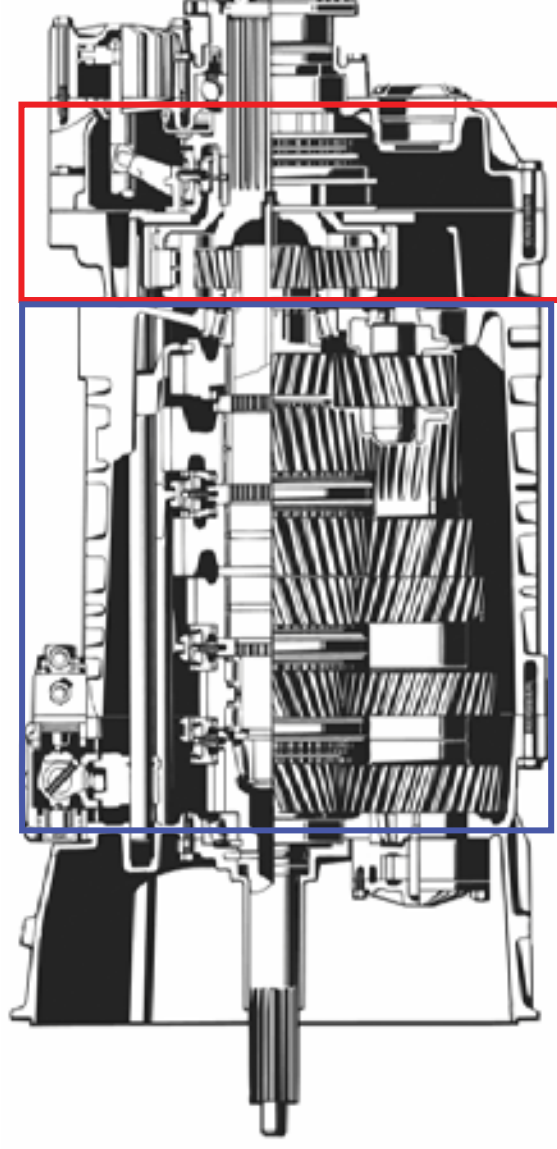


Ao mover a luva de acoplamento, a partir da posição em neutro, para a direita ou esquerda, o anel sincronizador é pressionado contra a engrenagem. O atrito entre ambos iguala suas rotações, facilitando o engrenamento.

Grupo Planetário (GP)

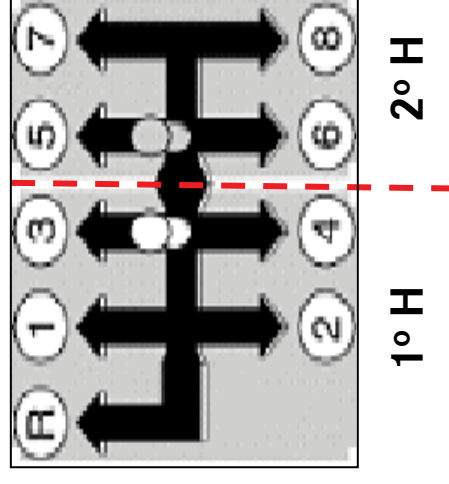
Com o Grupo Planetário consegue-se um maior número de marchas, duplica as marchas da caixa de mudanças de quatro marchas, de tal modo que se obtenha um total de oito marchas à frente, sem contudo aumentar proporcionalmente suas dimensões.

Com o GP aplicado (1º H), teremos a disposição a Ré, 1ª, 2ª, 3ª e 4ª marchas. Por outro lado quando não usamos a redução do GP (2ª H), teremos a disposição a 5ª, 6ª, 7ª e 8ª marchas.



Grupo de transmissão

Grupo redutor (GP)

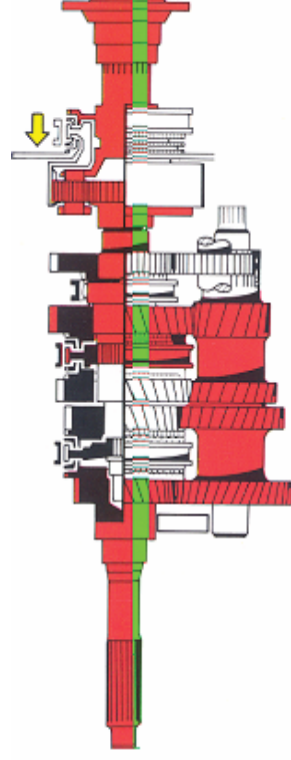
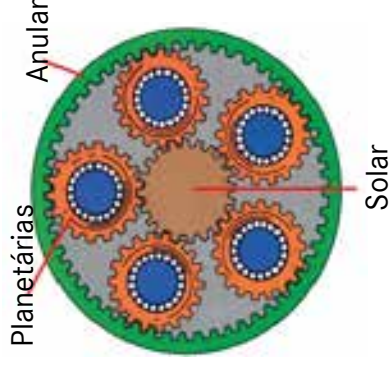


Grupo Planetário (GP)

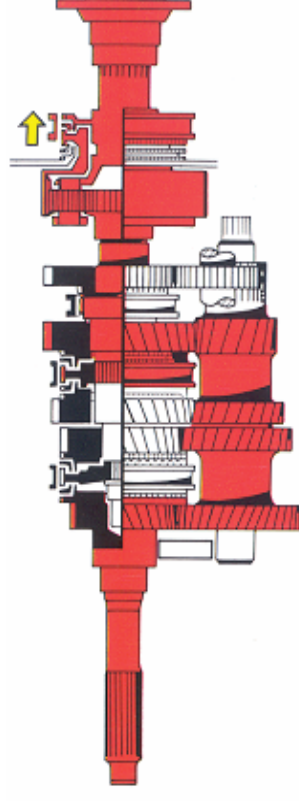
O conjunto planetário pode ser utilizado em caixas de mudanças com a finalidade de realizar reduções.

A relação de redução de um conjunto planetário quando a engrenagem solar for motora, é:

$$R = \frac{\text{nr. de dentes da solar} + \text{nr. de dentes da anular}}{\text{nr. de dentes da solar}}$$



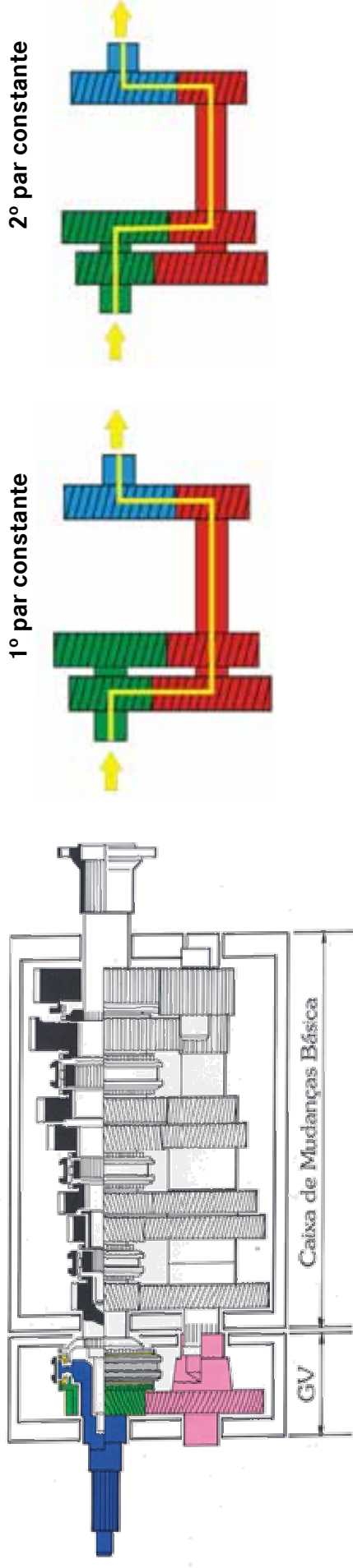
Quando a luva de acoplamento mover para o lado da placa de bloqueio, através da ação pneumática, a engrenagem anular estará travada, obtendo a redução do GP.



Movendo-se a luva de acoplamento para o lado do suporte da anular, estaremos fixando a anular e o suporte da planetárias, tornando rígido as peças e relação será 1:1.

Grupo de desmultiplicador (GV)

Os veículos comerciais leves, em geral necessitam apenas de cinco ou seis marchas, as quais podem ser acomodadas sem problemas em uma caixa de mudanças normal. Obedecendo a este princípio de construção, no caso de aumentar o número de velocidades, o comprimento da árvore secundária deveria ser aumentado demais, ficando assim submetida a enormes esforços de torção. Por este motivo, são utilizadas engrenagens redutoras adicionais antes e depois da caixa de mudanças. O grupo anterior (GV), permite a duplicação do número de marchas do veículo, dividindo em duas marchas cada uma das posições da caixa de mudanças, isso é feito através do botão “split” que está na alavanca de mudanças. As caixas de mudanças com grupos anteriores, são utilizadas para se obter um grande número de reduções com pequenos intervalos de diferença.



Grupo de desmultiplicador (GV)

Abaixo segue exemplo do fluxo de força da 1ª marcha utilizando o 1º par e 2º par constantes.

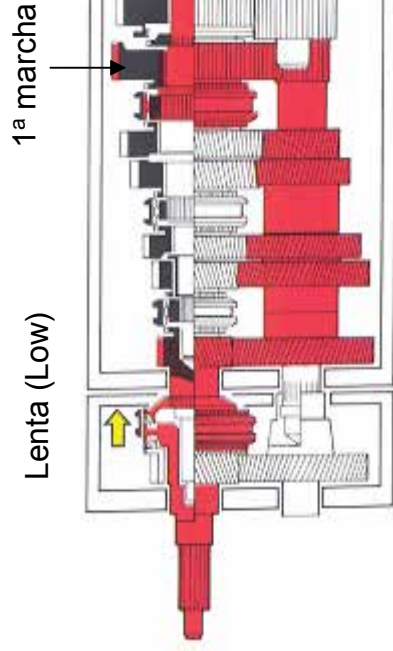
1ª marcha Lenta

Alavanca de mudanças



Botão do Split para baixo

Lenta (Low)



1ª marcha Rápida

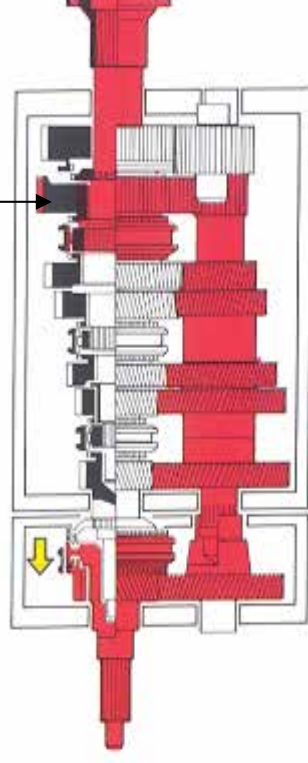
Alavanca de mudanças



Botão do Split para cima

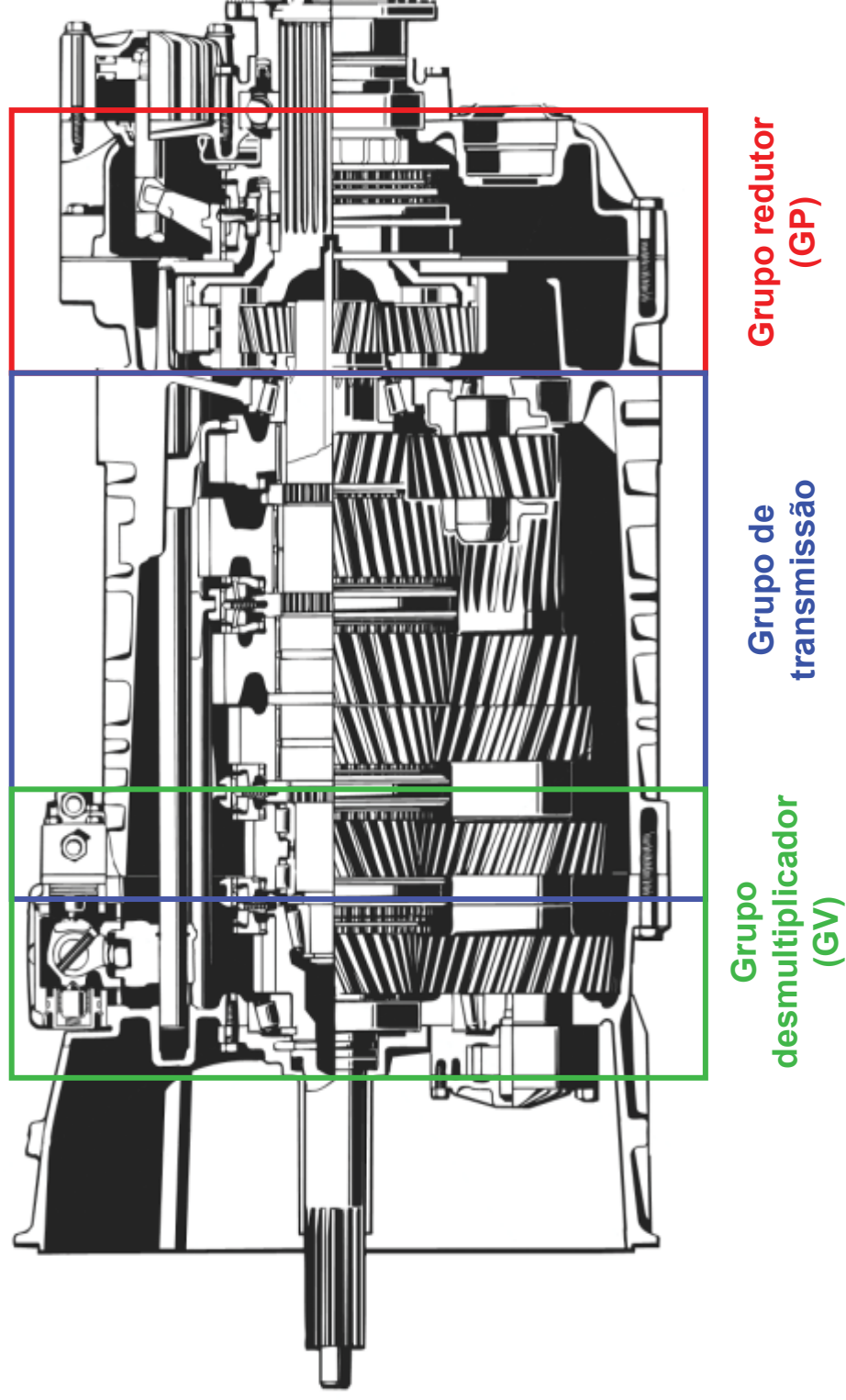
Rápida (High)

1ª marcha



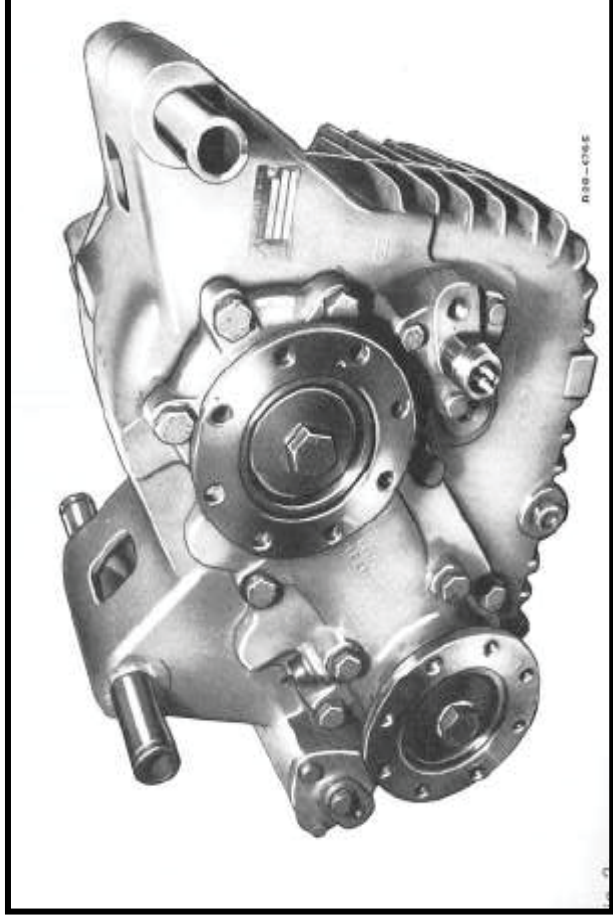
Grupo de desmultiplicador (GV) e Grupo Planetário GP

A caixa de mudanças com GV e GP caracteriza-se por um escalonamento mais progressivo. Este conjunto possibilita 16 marchas à frente.



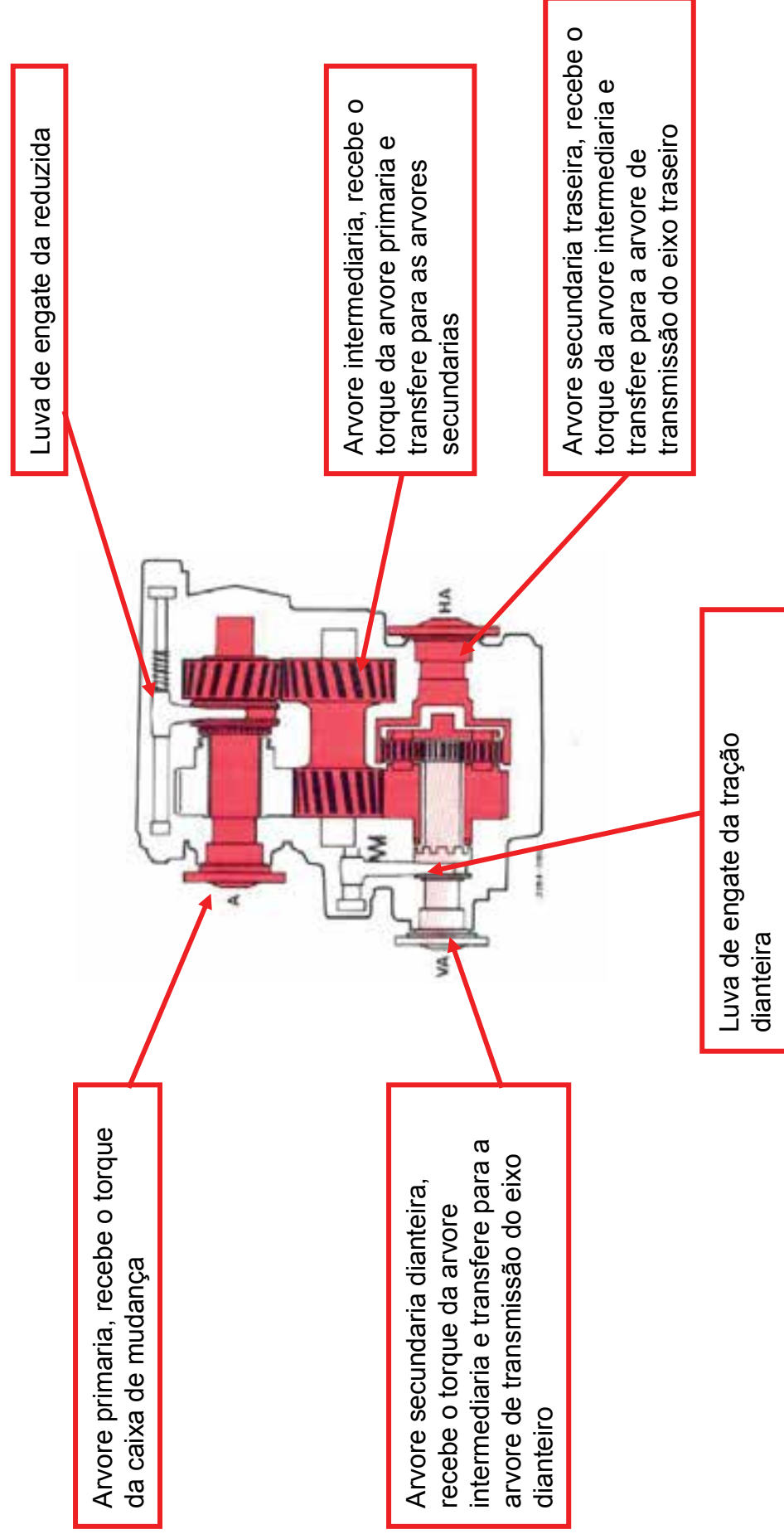
Caixa de Transferência

Caixa de transferência

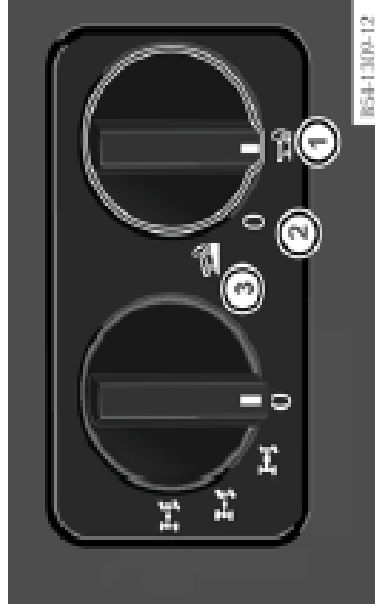


A caixa de transferência distribui a força motriz respectivamente para os eixos propulsores traseiros e dianteiros, proporcionando tração para as quatro rodas do veículo e também proporciona ao veículo duas opções de marchas: normal e reduzida

Componentes



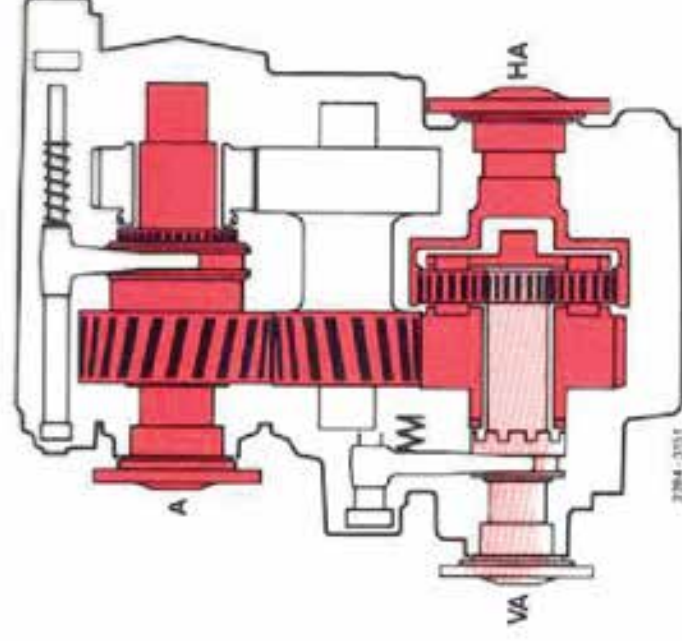
Acionamento



Interruptor de acionamento da caixa de transferência



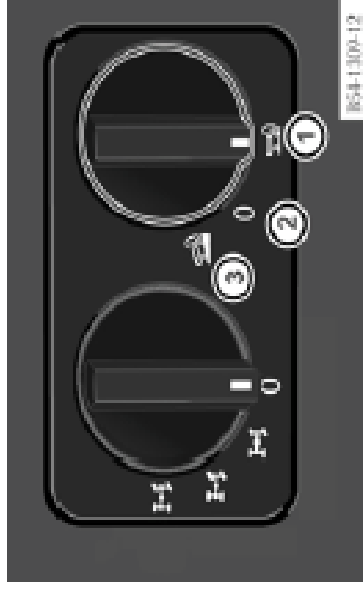
Estrada



1- Marcha Normal

A marcha normal é indicada para operação do veículo em vias de solo firme e regular, principalmente em rodovias pavimentadas

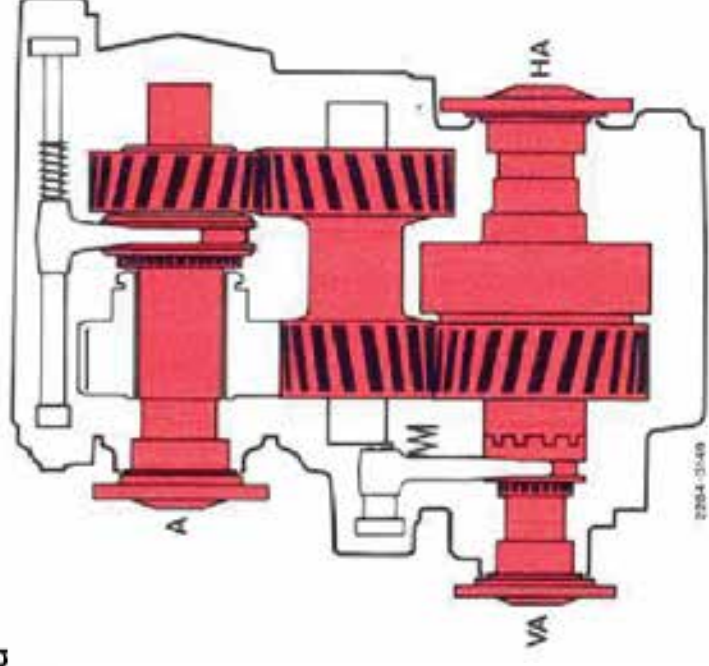
Acionamento



Interruptor de acionamento da caixa de transferência



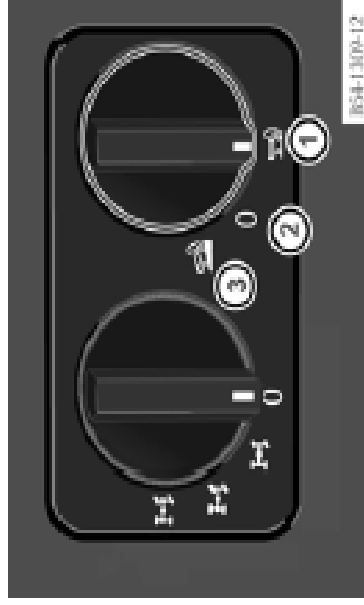
Tração Reduzida



2- Marcha reduzida com acionamento dianteiro

A marcha reduzida é indicada para operação do veículo em condições fora-de-estrada, tais como : terrenos de topografia acidentada, carreadores e palhadas em canaviais, terrenos de pouca coexistência e também, para vencer subidas íngremes com o veículo carregado

Acionamento



Interruptor de acionamento da caixa de transferência

0 - Neutro

Nessa posição - 0 - veículo não terá torque de saída para as rodas

Tração Desligada

