

2302209

100 (Des)  
Ngx

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia Mecânica

Projeto Mecânico

Projeto de um Veículo Fora-de-Estrada de Estrutura Tubular

Os Sistemas de Suspensão e Direção

Aluno :

Francisco Cláudio Abreu Santos

Prof. Orientador :

Nicola Getschko

TF-87  
S59p  
Sao

1987

**Dedicatória.**

Na impossibilidade de dedicar este trabalho a todas as pessoas que estiveram envolvidas neste projeto, quer participando ou torcendo por nós, dedicamos ao nosso amigo, Rômel Rollemburg de Rosis que representa todo o interesse e torcida pelo nosso trabalho.

Agradecimentos

Ao prezado colega e amigo Eng. Rômel Rollenberg de Rosis pela cessão de um carburador de Passat em praticamente perfeito estado de conservação, de um par de buzinas, molas, lanternas e principalmente pela ajuda nos momentos em que precisamos.

Ao nobre colega e amigo Eng. Rogério Borges dos Reis pela cessão de um jogo de molas e amortecedores de Chevette.

Agradecimentos ao Eng. Flávio Angerami Marques Jr., pela ajuda no transporte do motor.

Agradecimentos especiais aos amigos que participaram do "comboio" quando do transporte do VFEET para o DEM, Rogério Borges dos Reis, Rômel Rollenberg de Rosis, Riccardo Vanni Morici, Flávio Angerami Marques Jr., Renato Gomes Mazzarolo, Paulo, João Fernandes Alves Neto e Benvenuto Gabrielle Casati.

Agradecimentos ao amigo Fernando Carlos Fuchs por ter contribuído decisivamente na compatibilização motor/caixa de câmbio.

Agradecimentos ao Sr. Francisco Gamero Santiestra pela ajuda na construção do veículo.

Agradecimentos aos Srs. José Aldo Duarte Ferraz e Marcelo Henrique de Melo Ferraz pela ajuda na construção do veículo.

Agradecimentos especiais ao nosso colega Gunar Crusius pelo empréstimo da esmerilhadeira e do equipamento de corte oxacetilênico.

Agradecimentos ao Eng. Vaz Porto da Lider Taxi Aéreo pela cessão de dois pneus do trem de pouso principal do avião Bandeirante, e também ao Eng. Ernani Ribeiro da VASP - Viação Aérea de São Paulo pelo empenho no processo de doação de quatro pneus, do trem de pouso principal do Boeing 727 e do trem de pouso da bequilha do Boeing 737.

Agradecemos também à TAM - Taxi Aéreo Marília SA. pela cessão de pneus de Fokker.

Prefácio.

A fim de preenchermos uma das grandes lacunas existentes no currículo do curso de graduação em Engenharia Mecânica desta Escola, reunimos um grupo de alunos interessados no desenvolvimento de um projeto de formatura que englobasse todo o processo de fabricação de um veículo automotor, desde a sua concepção até a sua realização física.

Caracteriza-se assim nosso projeto de formatura como o veículo propriamente dito, e não sua apresentação escrita como é o usual. Este trabalho de apresentação escrita formal, que aqui se segue, é apenas um complemento do projeto efetivamente realizado.

Dividimos a apresentação escrita deste trabalho em 5 (cinco) partes :

Volume 1 : O Projeto Global;  
Volume 2 : O Motor e o Sistema de Transmissão;  
Volume 3 : Os Sistemas de Suspensão e Direção;  
Volume 4 : O Sistema Estrutural;  
Volume 5 : Acompanhamento Fotográfico do Projeto.

Carlos Augusto de Melo Ferraz - Estrutura -  
César Augusto Adamo - Projeto Global -  
Francisco Claudio Abreu Santos - Suspensão e Sistema de Direção -  
Guilherme Fianco Fasolo - Motor e Transmissão -

Sumário :

1. Definição do projeto .
2. Princípios de funcionamento dos sistemas de direção dos veículos.
3. Princípios de funcionamento dos sistemas de suspensão dos veículos.
4. Características técnicas dos sistemas de direção selecionado.
5. Características técnicas dos sistemas de suspensão selecionados.
  - 5.1. Suspensão dianteira.
  - 5.2. Suspensão traseira.

Apêndices :

1. Descrição das principais características dos sistemas de direção existentes no mercado .

2. Descrição das principais características dos sistemas de suspensão dianteira existentes no mercado .

3. Descrição das principais características dos sistemas de suspensão traseira existentes no mercado .

## 1. Definição do projeto .

### 1.1. Generalidades : Veículos tipo "Gaiola":

O "Gaiola" é um veículo fácil de ser montado, ágil e de baixo custo, utilizado principalmente em autocross.

Basicamente, um "Gaiola" é feito de tubos de aço-carbono 1010 ou 1020 de 1 1/4" de diâmetro externo, com parede de 2 mm. É recomendado uma distância entre eixos de no mínimo 1,75 m, pois se a distância for menor, o carro se torna perigoso pois fica muito ágil e com reação muito rápida.

A soldagem da estrutura deve ser feita com solda elétrica (eletrodo), ou do tipo Mig.

A altura do santo-antônio deve ser no mínimo 10 cm maior que a altura do piloto. Os "Gaiola" padrão têm uma altura máxima do solo de 1,40 m.

Aconselha-se que a largura das laterais seja maior que a das rodas.

O coxim do câmbio é fixo no chassis do "Gaiola" e suporta o motor e o câmbio.

Na estrutura, vão instalados os amortecedores traseiros; um de cada lado.

A suspensão dianteira é original VW, com feixe de torção e dependendo do uso ela pode ser normal ou levantada. No sistema de suspensão traseira, são utilizados os amortecedores

originais do Corcel II. Para uso fora-de-estrada é recomendado a utilização de um par de amortecedores de cada lado.

O assoalho do "Gaiola" é feito com chapas de aço-carbono 1010 ou 1020, que podem ser rebitadas ou, de preferência, soldadas na estrutura.

Quanto ao motor, são utilizados os modelos 1.3, 1.5 ou 1.6 VW a ar. O tanque, de preferência, deve ser original VW, preso com braçadeiras ou encaixados na estrutura e parafusado em suportes adequados que podem ser soldados aos tubos.

As rodas devem ser de ferro por uma questão de segurança e normalmente utiliza-se aro 13 na dianteira e 14 na traseira.

## 1.2. O "VFEET" :

O presente trabalho pretende servir como manual para utilização e de entendimento do funcionamento das diversas partes do VFEET, veículo com características de um fora-de-estrada e com estrutura tubular. Apresenta como características básicas as abaixo citadas :

### Dimensões básicas :

Distância entre eixos .....: 2 200 mm  
Comprimento .....: 3 448 mm  
Bitola .....: 1 710 mm  
Altura livre do solo mínima ..: 230 mm

### Desempenho :

Devido à falta de tempo, não foi possível a realização dos testes de desempenho.

### Chassis e carenagem :

Chassis tubular em caixa, com túnel central. Carenagem aberta, cobrindo a parte frontal do veículo.

Os tubos utilizados para a construção da estrutura são de aço 1020, com diâmetro 1 1/2" e espessura de parede de 2.65mm.

Os tubos foram soldados com solda elétrica com eletrodo E6013.

A carenagem, ainda a ser construída, será de fibra de vidro.  
O assoalho é feito de chapa de aço 1010, rebitado.

### Motor :

Traseiro, com refrigeração a água, a gasolina. Original do

Passat 1500. Carburador de corpo duplo Weber.

Sua fixação é realizada através de dois coxins laterais e ainda está rigidamente fixo à caixa de câmbio através de um flange de adaptação.

Suspensão e direção :

Suspensão dianteira de VW Sedan 1300, com feixe de molas à torção. Direção com setor e rosca sem fim, do VW Sedan 1300.

Suspensão traseira com mola à torção e amortecedores hidráulicos telescópicos de duplo efeito, dois por semi-eixo.

Rodas e Pneus :

Os pneus traseiros são do tipo "Fox Desert 10-15" de fabricação Maggion, com capacidade de carga 700 kg por pneu.

Os pneus dianteiros são os originais de Brasilia.

Os aros das rodas dianteiras são as originais de Brasilia, modificados de modo a se aumentar a bitola das rodas dianteiras em 80 mm.

Freios :

A tambor, originais do VW Sedan, à frente, e da Brasilia, atrás.

Tanque de gasolina :

O tanque de gasolina adotado é o original da Kombi, anterior à 1977.

O tanque fica assentado sobre a caixa de câmbio, entre as rodas traseiras.

Entre o motor e o tanque de gasolina existe uma chapa corta fogo.

Estilo :

Espartano, robusto. Assemelha-se a um "buggy". Para dois passageiros confortavelmente (considerando ser um fora-de-estrada), com espaço atrás dos bancos para bagagem e dois estribos laterais.

2. Princípios de funcionamento dos sistemas de direção dos veículos.

A direção de um veículo é composta de todos os elementos que contribuem para a condução do veículo. Da regulagem destes elementos dependem o comportamento do veículo em marcha, a segurança dos ocupantes e dos demais usuários da via.

1. Tipos de Caixas de Direção:

Todas as caixas de direção efetuam uma desmultiplicação importante do movimento que o motorista imprime ao volante. Esta desmultiplicação facilita o esterçamento das rodas e absorve as reações do solo. Os tipos de caixas de direção distinguem-se pelo sistema mecânico de desmultiplicação, do seguinte modo:

- direções com setor e rosca sem-fim
- direções com rosca sem-fim e porca
- direções com rosca sem-fim esférica
- direções com LingDeta, Roos
- direções com cremalheira
- direções com esferas
- direções servo-assistidas

As direções com setor, rosca sem-fim esférica, LingDeta e cremalheira têm dispositivos de regulagem que permitem a compensação de todas as folgas do interior da caixa.

Normalmente as caixas de direção são construídas de modo a termos um ponto duro de engrenagem coincidente com as rodas do veículo na posição de linha reta, dando assim uma maior estabilidade em alta velocidade.

Em geral, as direções de rosca e pinhão não costumam ter regulagem de engrenagem. Basta levantar a alavanca de comando e dar um certo número de voltas com o volante para que uma parte não usada do pinhão entre em contato com a rosca.

Qualquer que seja o sistema de direção, o esterçamento máximo em cada sentido é sempre limitado por batentes fixos, localizados perto das pontas dos eixos. Evita-se, deste modo, o atrito dos pneus nas arestas do chassis ou da carroceria.

Para facilitar o esterçamento das rodas diretrizes durante as manobras do veículo, os elementos de direção podem ser auxiliados por um dispositivo (servomecanismo) com pressão hidráulica ou pneumática. O primeiro sistema é o mais comum. Estes mecanismos são chamados servo-assistidos.

## 2. Geometria da Direção:

Para que um veículo se desloque com pouca resistência à rodagem, é necessário que a roda tenha total liberdade para girar na extremidade do seu eixo e que a superfície de contato não apresente esforços laterais, para que não haja deformação do pneu e alisamento da banda de rodagem.

Para evitar-se os esforços laterais, é necessário uma perfeita distribuição geométrica das rodas em relação ao solo e ao sentido de translação. Esta distribuição geométrica é dada por alguns ângulos que são medidos com relação à vertical ou ao eixo longitudinal do veículo. De acordo com a prioridade de regulagem, podemos citar os seguintes ângulos:

a) ângulo de inclinação: também chamado de ângulo de queda da roda, é o ângulo dado pela inclinação da roda em relação à vertical e responsável pelo aumento de estabilidade do veículo; em automóveis varia entre 1/4 e 1 grau.

b) ângulo de rotação: é o ângulo entre a vertical e o centro de rotação da ponta de eixo; é responsável pela neutralização das reações de frenagem, evitando sobrecarga nas alavancas e barra de ligação e cabe a ele também tentar manter a roda em direção retilínea; seu valor situa-se geralmente entre 2 e 9 graus.

c) inclinação do eixo: é o ângulo entre a vertical e o eixo de rotação da ponta de eixo; tende a colocar as rodas diretrizes paralelas ao eixo de translação.

d) ângulo de convergência da roda: é o ângulo dado pela tendência das rodas convergirem para um mesmo ponto; sua principal finalidade é de neutralizar o efeito secundário da queda da roda; estes ângulos normalmente não ultrapassam 1.5 graus, ou seja, 0.75 graus para cada roda.

e) ângulo de esterçamento: na realização de uma curva, cada roda descreve uma circunferência que lhe é própria mas com um centro comum, que é o centro da curva realizada. O ângulo formado pelo eixo traseiro do veículo e pela linha perpendicular à respectiva roda dianteira é definido como ângulo de esterçamento, existindo, portanto, dois ângulos de esterçamento, relativos à cada roda dianteira. Atualmente, utilizam-se ângulos de esterçamento máximo da ordem de 30 a 35 graus para a roda interna.

### 3. Causas dos Principais Defeitos de Direção:

Uma calibragem insuficiente dos pneus traseiros, uma convergência insuficiente, folga dos rolamentos, da junta universal ou da caixa de direção, excesso de dureza da caixa de direção e folga das alavancas, ou ainda, inclinação de eixo insuficiente e desigual podem causar "bordejo", ou seja, uma tendência do carro de desviar para esquerda ou para direita.

Oscilação em baixa velocidade pode ser causada por folga exagerada dos elementos de direção, calibragem insuficiente das rodas dianteiras ou ainda inclinação nula.

Por outro lado, a oscilação em alta velocidade pode ser causada por mal balanceamento das rodas, por uma roda empenada ou ainda por uma inclinação insuficiente ou uma convergência incorreta.

Com os pneus mal calibrados ou ainda com as rodas apresentando um posicionamento incorreto nas curvas, poderá ser verificado rangido dos pneus.

Com os elementos de direção apresentando folga exagerada teremos a chamada "direção frouxa", enquanto que, com aperto excessivo dos elementos de direção, inclinação exagerada do eixo ou calibragem insuficiente dos pneus, teremos a chamada "direção dura".

3. Princípios de funcionamento dos sistemas de suspensão dos veículos.

A suspensão de um veículo destina-se a atenuar as vibrações que resultam das irregularidades do solo, conferindo conforto aos ocupantes do veículo e segurança nas manobras.

A suspensão de um veículo comprehende todas as partes que participam de sua estabilidade e firmeza.

Entende-se como "estabilidade" de um veículo, a sua propriedade de conservar-se, em todas as circunstâncias, nivelado com o plano sobre o qual se desloca.

Entende-se por "firmeza" do veículo, a sua propriedade de conservar-se na trajetória definida pelas rodas diretrizes.

Verifica-se que as qualidades da suspensão serão melhores quanto menor for o peso "não suspenso" em relação ao peso "suspenso". Entende-se por peso "não suspenso", a todos os elementos situados entre as molas e a superfície do solo.

Entre os diferentes tipos de suspensão distinguem-se :

- Suspensões de eixo rígido :

Neste sistema, as rodas, dianteiras ou traseiras, são ligadas por meio de uma peça rígida (o eixo), tornando o movimento de uma dependente da outra.

Quando uma roda passa por um obstáculo, o seu deslocamento vertical provoca uma inclinação da roda oposta, seguindo-se o

deslocamento lateral do veículo. Este deslocamento diminui a firmeza da direção. Por outro lado o eixo, com as duas rodas, forma uma massa suspensa muito grande, transmitindo vibrações para o veículo e prejudicando sua estabilidade.

Os veículos antigos somente possuíam este tipo de suspensão, atualmente entretanto sua utilização está limitada à suspensão traseira de veículos de médio e grande porte, como o Chevette, o Passat, o Toyota, entre outros.

- Suspensões de rodas independentes :

Existe uma grande variedade de tipos de suspensão independente. Nesta, cada roda é ligada ao chassis por meio de braços articulados no sentido vertical. A passagem de um veículo sobre um obstáculo, provoca um deslocamento vertical de uma das rodas, não causa, no entanto, nenhum efeito lateral, permanecendo o veículo assim em sua trajetória.

Os diversos sistemas de articulação das rodas independentes apresentam algumas particularidades comuns quanto à posição da roda no solo e ao seu comportamento durante oscilações, permitindo classificá-los como a seguir:

1. Sistema de paralelograma transversal :

Este sistema é composto de dois braços de igual comprimento. Ele mantém uma queda constante da roda, mas provoca uma variação da bitola do veículo, conforme a carga e as oscilações.

Os tipos práticos deste sistema costumam ter duas molas de lâminas transversais e um braço articulado. Há também montagens com barra de torção longitudinal, encaixada no ponto de

articulação do braço inferior.

2. Sistema de alavancas transversais desiguais :

Este sistema mantém uma bitola constante, mas provoca uma variação de queda da roda a cada oscilação.

Os tipos práticos deste sistema têm sempre duas alavancas articuladas com mola helicoidal vertical ou uma barra de torção longitudinal encaixada no ponto de articulação da alavanca inferior.

3. Sistema de braço longitudinal articulado no chassis:

Este sistema permite uma oscilação vertical da roda, sem modificação da queda da roda e sem variação da bitola.

Este tipo encontra-se mais particularmente nas rodas traseiras não motrizes. A roda costuma ter uma mola de barra de torção instalada transversalmente em relação ao chassis.

4. Sistema de deslizamento vertical :

Este sistema não modifica nem a bitola e nem a queda da roda. O deslizamento efetua-se no interior ou no exterior de um tubo vertical, solidário ao chassis, que contém sempre uma mola de suspensão de tipo helicoidal. Quando este sistema é aplicado as rodas dianteiras, cada tubo forma igualmente o eixo de rotação das rodas diretrizes.

#### 5. Sistema de semi-eixo articulado com o centro do chassis:

Este sistema dá a cada oscilação uma variação da bitola e da queda da roda.

Este tipo só se usa nas rodas traseiras motrizes; ele simplifica a montagem mecânica do eixo das rodas independentes (automóveis Mercedes, Volkswagen).

#### 6. Sistema Telescópico com Amortecedor Integrado:

Esta suspensão bastante recente compreende um triângulo inferior articulado no chassis e, depois, um tubo telescópico vertical com uma mola helicoidal superior, que vem apoiar-se em uma sede situada a meia altura da carroceria. O triângulo inferior suporta todas as reações da roda, e a sede da mola de suspensão só é sujeita aos esforços de carga.

Este sistema de suspensão aplica-se tanto a parte dianteira como a traseira do veículo, quer as rodas sejam ou não motrizes e diretrizes. A frente, o triângulo inferior costuma ser transversal ou obliquo; atrás, a forma se parece mais com um braço longitudinal.

#### 7. Sistema De Dion:

Este tipo de suspensão é utilizado em veículos de rodas independentes, com eixo motor traseiro. A sua característica é de que, por um lado, as rodas podem oscilar verticalmente, sem alteração da bitola nem da queda da roda, e, por outro lado, os órgãos de frenagem são reunidos na saída do diferencial, que é fixo no chassis. Tem-se assim uma suspensão ideal, de geometria

constante e de peso mínimo não suspenso. Cada um dos semi-eixos que ligam o diferencial as rodas tem dois cardans e uma luva ranhurada.

Quando se tratar de rodas dianteiras independentes, com braços transversais articulados, os braços inferiores terão quase sempre uma forma triangular. Esta disposição favorece a resistência do braço à todas as reações da roda ao solo e aos esforços de torção causados pela frenagem.

4. Características dos sistemas de direção selecionados.

O sistema de direção se compõe de :

- Volante;
- Árvore de direção encerrada no tubo da direção;
- Braço da direção;
- Barras de direção (duas);
- Amortecedor de direção.

A árvore de direção tem a particularidade de ser dividida em duas seções, ligadas por uma junta flexível, intercalada entre dois flanges, ligados por parafusos ( ver foto 49 ).

## 5. Características dos sistemas de suspensão selecionados.

### 5.1. A Suspensão dianteira.

O sistema de suspensão dianteira é composto por barras de torção transversais, laminados (foto 25). Existem dois feixes de torção, um superior e um inferior, encerrados por dois tubos paralelos. As extremidades dos eixos de torção se prendem aos braços da suspensão aos quais se prendem os suportes das pontas dos eixos. Os eixos internamente se encaixam em retentores fixos a parte média dos tubos, os quais impedem que os mesmos girem. Os braços da suspensão se apoiam em buchas de fibra.

Os amortecedores são do tipo telescópico de dupla ação e se colocam entre os braços inferiores da suspensão e a parte superior do suporte dos tubos.

Toda a suspensão dianteira é presa à estrutura do chassis por 4 (quatro) parafusos, pela frente.

### 5.2. A suspensão traseira.

O sistema de suspensão traseira é composta por barras de torção transversais engastadas num tubo rigidamente preso à estrutura (fotos 94 e 95). Nas extremidades das barras de torção se prendem os fachos os quais sustentam os semi-eixos e o suporte inferior dos amortecedores.

Apéndices :

Apêndice 1. Descrição das principais características dos sistemas de direção existentes no mercado.

A fim de podermos selecionar o sistema de direção a ser adotado no veículo, listamos na tabela 1 as principais características dos sistemas de direção existentes no mercado, e na tabela 2, características adicionais destes sistemas.

Tabela 1.: Características básicas dos principais sistemas de direção existentes no mercado.

Automóvel	Bitola	Distância	Características
	Dianteira (mm)	entre eixos (mm)	
<hr/>			
Passat	1340	2470	Mecânica, de pinhão e cremalheira
Voyage	1350	2358	Mecânica, de pinhão e cremalheira
Gol	1350	2358	Mecânica, de pinhão e cremalheira

Brasilia	1326	2400	Mecânica, de setor e rosca   sem fim
Volkswa- gen	1310	2400	Mecânica, de setor e rosca   sem fim
Kombi	1387	2400	Mecânica, de setor e rosca   sem fim
Opala	1432	2667	Mecânica, de setor e rosca   sem fim
Chevette	1300	2395	Mecânica, de pinhão e   cremalheira
Corcel	1367	2438	Mecânica, de pinhão e   cremalheira

Tabela 2.: Características adicionais dos principais sistemas de direção existentes no mercado.

Automóvel	Características
<hr/>	
Passat	Robusta. Sistema de fixação relativamente simples, mas que dificulta extremamente a sua manutenção.
Brasilia	Forma, juntamente com a suspensão dianteira um conjunto único, facilmente montável e ou desmontável. Sua utilização, entretanto, fica vinculada à utilização da suspensão dianteira da Brasilia.
Volkswagen	Forma, juntamente com a suspensão dianteira um conjunto único, facilmente montável e ou desmontável. Sua utilização, entretanto, fica vinculada à utilização da suspensão dianteira do Volkswagen.
Corcel	Sistema de fixação relativamente simples.

Apêndice 2.: Descrição das principais características dos sistemas de suspensão dianteira existentes no mercado.

Tabela 3.: Características da suspensão dianteira dos principais veículos existentes no mercado.

Automóvel | Características

Passat	Independente, McPherson, com braços triangulares   inferiores, molas helicoidais, amortecedores hidráulicos telescópicos e barra estabilizadora.
Voyage	Independente, McPherson, com braços triangulares   inferiores, molas helicoidais, amortecedores hidráulicos telescópicos e barra estabilizadora.
Gol	Independente, McPherson, com braços triangulares   inferiores, molas helicoidais, amortecedores hidráulicos telescópicos e barra estabilizadora.

Brasilia | Independente, com barras de torção em feixes, barra  
| estabilizadora e amortecedores hidráulicos telescó-  
| picos. Forma, juntamente com o sistema de direção, um  
| conjunto único.

Volkswagen | Independente, com barras de torção em feixes, barra  
| estabilizadora e amortecedores hidráulicos telescó-  
| picos. Forma, juntamente com o sistema de direção, um  
| conjunto único.

Kombi | Independente, com barras de torção em feixes, barra  
| estabilizadora e amortecedores hidráulicos telescó-  
| picos. Forma, juntamente com o sistema de direção, um  
| conjunto único.

Corcel | Independente, com braços triangulares inferiores,  
| braços simples superiores, braços tensores diag-  
| nais, barra estabilizadora, molas helicoidais e  
| amortecedores hidráulicos telescópicos.

Gurgel  
x-15 | Independente, com barras de torção em feixes, barra  
| estabilizadora e amortecedores hidráulicos telescó-  
| picos.

Gurgel x-12 | Independente, com barras de torção em feixes, barra estabilizadora e amortecedores hidráulicos telescópicos.

Gurgel Itaipú | Independente, com barras de torção em feixes, barra estabilizadora e amortecedores hidráulicos telescópicos.

Jeg 4x4 | Independente, com barras de torção em feixes, barra estabilizadora e amortecedores hidráulicos telescópicos.

Apêndice 3.: Descrição das principais características dos sistemas de suspensão traseira existentes no mercado.

Tabela 3.: Características da suspensão traseira dos principais veículos existentes no mercado.

Automóvel	Características
<hr/>	
Passat	I Eixo rígido com braços tensores longitudinais, molas helicoidais.
Voyage	I Semi-independente, com braços longitudinais tubulares, molas helicoidais, amortecedores hidráulicos telescopicos.
Gol	I Semi-independente, com braços longitudinais tubulares, molas helicoidais, amortecedores hidráulicos telescopicos.

Brasilia | Independente, com semi eixos oscilantes, barras de  
| torção e compensadora, amortecedores hidráulicos  
| telescópicos.

Volksva- | Independente, com semi eixos oscilantes, barras de  
gen | torção e compensadora, amortecedores hidráulicos  
| telescópicos.

Kombi | Independente, com semi eixos oscilantes, barras de  
| torção e compensadora, amortecedores hidráulicos  
| telescópicos.

Gurgel | Independente, com semi eixos articulados, molas  
X-12 | helicoidais, braços tensores longitudinais, cintas  
| limitadoras e amortecedores hidráulicos telescópicos.

Gurgel | Independente, com semi eixos articulados, molas  
X-15 | helicoidais, braços tensores longitudinais, cintas  
| limitadoras e amortecedores hidráulicos telescópicos.

Gurgel | Independente, com semi eixos articulados, molas  
Itaipú | helicoidais, braços tensores longitudinais, cintas  
| limitadoras e amortecedores hidráulicos telescópicos.

Jeg 4x4      | Independente, com duas barras de torção , eixos de  
                 | articulação e amortecedores hidráulicos telescó-  
                 | picos.

Referência Bibliográfica :

1. ADAMO,C.A. - "Projeto de um veiculo fora de estrada de estrutura tubular - O projeto global" - Trabalho de formatura apresentado à EPUSP - 1987.
2. FERRAZ,C.A.M. - "Projeto de um veiculo fora de estrada de estrutura tubular - O sistema estrutural" - Trabalho de formatura apresentado à EPUSP - 1987.
3. FASOLO,G.F. - "Projeto de um veiculo fora de estrada de estrutura tubular - O motor e o sistema de transmissão"-Trabalho de formatura apresentado à EPUSP - 1987.
- 4 . STEEDS,W. - "Mechanics of road vehicles"  
ILIFFE & SONS - LONDON - 1960.
- 5 . CAIN,B. S. - "Vibration of rail and road vehicles" - PITMAN.  
NY - 1960.
- 6 . ELLIS,J.R. - "Vehicle dynamics" - Business Book - Londres - 1969 .
7. SCHOEDER,R.B.P.B. - "Mecânica da locomoção dos veículos automotores" - E.E.Ssº Carlos/USP - 1964 .

8. CANALE,A.C. - "Dinâmica dos automóveis" - E.E.São Carlos/USP  
- 1985 .

9. "QUATRO RODAS" - Suplemento da Edição n.256 - novembro/1981 -  
Abril .

10. CHOLLET,H.M. - "Curso prático e profissional para mecânicos  
de automóveis : o veículo e seus componentes " - Hemus - SP -  
1981 .

11. PORTELLA,J. - "Conheça seu Passat" - Série A. F. de Almeida -  
Alphaset - RJ -1987.

12. ALMEIDA,A.F. - "Conheça seu Volkswagem" - 16<sup>ª</sup> edição - Série  
A. F. de Almeida - Alphaset - RJ - 1987.

13. 4X4 & PICKUP - A REVISTA DO FORA DE ESTRADA - Ano IV - Número  
45 - Editora Técnica especializada - SP - 1987.

14. OFICINA MECÂNICA - Número 17 - Ano 2 - Número 17 - Siga  
Editora - SP - 1987.

15. "OFF THE ROAD TIRES HANDBOOK" - Pirelli.

16. "MANUAL DE PNEUS PARA TERRAPLANAGEM" - Pirelli.

17. Boletim : Fibra de Vidro - Aerojet Fiberglass.

18. Boletim : Resina Poliéster - Aerojet Fiberglass.

Índice :

1. Definição do projeto .....	7
2. Princípios de funcionamento dos sistemas de direção dos veículos .....	12
3. Princípio de funcionamento dos sistemas de suspensão dos veículos .....	16
4. Características técnicas do sistema de direção selecionado .....	21
5. Características técnicas do sistema de suspensão selecionados .....	22
5.1. Suspensão dianteira .....	22
5.2. Suspensão traseira .....	22

Apêndices :

1. Descrição das principais características dos sistemas de direção existentes no mercado .....	24
2. Descrição das principais características dos sistemas de suspensão dianteira existentes no mercado .....	27
3. Descrição das principais características dos sistemas de suspensão traseira no mercado .....	30