

2301592

100 (Des)  
Agst

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia Mecânica

Projeto Mecânico

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

O Projeto Global

Aluno :

César Augusto Adamo

Prof. Orientador :

Nicola Getschko

TF-87  
Adamo

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, Rômulo Rollemberg de Rosis que representa todo o interesse e torcida pelo nosso trabalho.

### Agradecimentos

Ao prezado colega e amigo Eng. Rômelo 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. Flavio 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, Romelo Rollemberg de Rosis, Riccardo Vanni Morici, Flavio 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 Santaliestra 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 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. Análise dos sub-sistemas .

2.1. O sub-sistema de frenagem .

2.2. O sub-sistema elétrico .

2.3. O sub-sistema refrigeração.

**Apêndices :**

- 1. Custos de fabricação .**
- 2. Requisitos para a legalização do veículo .**
- 3. Atividades desenvolvidas e cronograma de atividades.**

## 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 Brasília.

Os aros das rodas dianteiras são as originais de Brasília, 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 Brasília, à trás.

#### Tanque de gasolina :

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

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

Entre o motor e o tanque de gasolina existe um 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. Análise dos sub-sistemas .

Não nos deteremos aqui na análise de todos os sub-sistemas do veículo, mas apenas naqueles que não foram abordados nos trabalhos de Fasolo[1], Ferraz[2] e Santos[3].

### 2.1. O sub-sistema de frenagem .

#### - Princípio de Funcionamento:

Os elementos de frenagem possuem sempre uma parte móvel, unida às rodas e uma parte fixa, solidária ao eixo ou ao chassis. No momento da frenagem, a parte fixa aplica-se fortemente sobre a parte móvel, provocando um forte atrito que absorve a energia desenvolvida pelo veículo em movimento. Para que esse atrito cause um desgaste mínimo dos elementos de frenagem, as superfícies de contato devem apresentar um polimento perfeito. Estas superfícies devem suportar temperaturas muito elevadas conduzidas pelo atrito e liberar rapidamente o calor desprendido.

#### - Tipos de Comando:

Comando Hidráulico: Funcionam segundo princípio da transmissão de pressões pelos líquidos. O pedal do freio aciona o pistão do cilindro mestre guarnecido com líquido. Como o cilindro mestre é ligado a cada roda por canalizações cheias de líquido, a pressão assim criada se transmite inteiramente aos cilindros acionados cujos pistões provocam diretamente a aplicação dos elementos de fricção.

Comando Pneumático: Nos veículos leves, recorreu-se à "depressão" atmosférica para comandar freios de reboque ou completar o esforço do motorista sobre o próprio veículo. A depressão exerce uma ação limitada sobre o veículo automóvel. Nos veículos pesados, a aplicação dos freios é feita por ar comprimido.

A frenagem de comando pneumático é bastante potente, mas menos rápida que a do sistema anterior. O balanceamento do freio de cada roda depende mais da instalação das canalizações e da disposição dos aparelhos do que do próprio princípio pneumático.

Comando Mecânico: São constituídos de hastes, alavancas ou cabos terminados por ponteiros. Possibilitam balanceamento permanente do esforço de frenagem nas duas rodas do eixo através da utilização de um compensador ou polia. Nos tratores cada roda traseira possui o seu próprio comando mecânico. A grande desvantagem deste tipo de comando é que exige manutenção periódica.

#### - Tipos de Freios:

Freio Externo de Cinta: São impróprios para frenagem em alta velocidade ou de longa duração pois sua refrigeração é difícil. São ainda pouco precisos e sensíveis a água, lama e poeira. São atualmente pouco usados.

Freio de Setor Interno: São bastante utilizados pois a posição interna da superfície de fricção evita a penetração de água e impurezas. É de mais fácil refrigeração podendo ser equipados com aletas externas para dissipar calor. Numa das extremidades faz-se o acionamento de setores, enquanto a outra se apoia num ponto de giro que forma a ancoragem. Pelo comportamento dos setores na ancoragem, definimos os seguintes tipos:

a) setores auto-centradores: A ancoragem possui superfícies planas e paralelas ao raio de rotação do tambor. A auto-centragem se caracteriza pelo deslocamento do seletor apoiado simplesmente na superfície, tomando posição centrada no tambor.

b) setores comprimidos: Cada setor beneficia o acionamento provocado pelo tambor em movimento rotativo. O movimento do tambor favorece a abertura de um setor se opondo a abertura do outro em contra partida. Chama-se o setor favorecido de setor "comprimido" e o setor não favorecido de "estirado". Encontra-se normalmente este tipo de setor nas rodas dianteiras dos veículos.

c) setor de compressão automática: Os dois setores operam em série, ou seja, são apoiados um sobre o outro através de uma ligação mecânica com parafuso de regulagem. No momento da frenagem o primeiro setor é acionado pelo movimento do tambor, através da ligação mecânica o segundo setor é aplicado contra o tambor. Ficando assim o motorista isento de uma parte do esforço. O primeiro setor é dito "primário" e o segundo "secundário". Os setores podem tornar-se primários ou secundários, dependendo da função desempenhada, pois atualmente são fabricados de modo a funcionar nos dois sentidos de rotação do tambor.

Freio a Disco: Constitui-se de um disco de aço preso ao cubo da roda que pode ser entalhado por canais radiais formando um ventilador centrífugo. As superfícies de fricção formadas pelas superfícies externas giram entre duas sapatas com lonas de freio. As sapatas aplicadas face a face pelo comando hidráulico ganham um forte impulso, que, juntamente com a fraca superfície de atrito das sapatas proporciona uma tal pressão de apoio sobre o disco que impossibilita a resistência de impurezas.

Podemos citar algumas vantagens do freio a disco, como;



fácil montagem das sapatas; pouco peso para uma mesma potência de frenagem; boa frenagem nos dois sentidos de marcha; excelente dissipação de calor; pouca sensibilidade a água, lama e poeira; não deforma facilmente pelo efeito do calor.

- Comandos Hidráulicos:

Vedação:

A vedação dos pistões, das válvulas e das juntas nos comandos hidráulicos é de fundamental importância. Esta vedação se faz com juntas de borrachas de várias formas. As formas das juntas são especialmente fabricadas para que a pressão do líquido ajude ainda mais a vedação da junta.

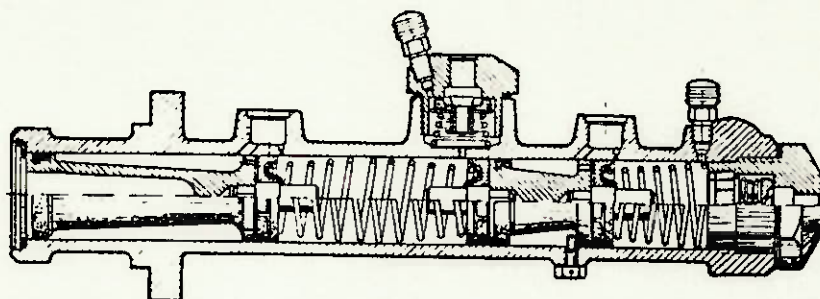
Cilindro-mestre:

O pistão do cilindro-mestre é atuado mecanicamente através do pedal do freio. O impulso do pistão sobre o líquido faz com que, inicialmente, os freios se desloquem até a superfície e depois provoquem a pressão de frenagem.

Quando em repouso, o pistão deixa o líquido circular livremente entre a instalação de frenagem e o reservatório. Isto permite a expansão ou contração do líquido sob efeito das variações de temperatura.

No momento de frenagem, a comunicação entre o reservatório e o cilindro mestre é fechada pelo pistão, posteriormente inicia-se a ação sobre os freios. Dentre as variedades de cilindro-mestre, temos como principal o tipo Lockheed, que são feitos para conservar, quando em repouso, uma pressão residual nas canalizações e nos cilindros das rodas.





Cilindros-mestres para duplo circuito de freios.

- |   |   |
|---|---|
| <p>1) À esquerda, pistão de freios.<br/>         2) No meio, pistão intermediário com mancal de encosto inferior.<br/>         3) No alto, partida do primeiro circuito</p> | <p>com válvula dupla de pressão residual.<br/>         4) À direita, partida do segundo circuito com válvula dupla de pressão residual.</p> |
|---|---|

Figura 1.: Cilindro-mestre.

#### Funcionamento:

Na frenagem, o pistão obstrui primeiro o orifício de expansão e posteriormente recalca o líquido nas canalizações através da válvula central. Quando o pedal do freio é liberado, o pistão volta a posição de repouso através da ação da mola helicoidal e do impulso do líquido recalcado ao cilindro-mestre pelo retorno dos setores. Devido a obstrução da passagem de óleo pela válvula central, toda a válvula é levantada, provocando uma ligeira compressão da mola helicoidal no retorno do óleo. Este processo só será interrompido quando as pressões da mola e do líquido se equilibrarem. Assim sendo existirá sempre uma leve pressão nas canalizações e no cilindro. Quando esta pressão for de aproximadamente 0.6 bar, teremos garantido uma perfeita vedação em repouso. Se tivermos um pequeno defeito na válvula central, não poderemos manter esta pressão e teremos problemas de funcionamento do freio.

Quando tivermos duplo circuito hidráulico, os cilindros-mestre terão dois pistões colocados ponta a ponta, com o espaço intermediário preenchido por líquido. Quando da ação do pedal do freio, atua-se o primeiro pistão. Este transmite pressão ao líquido que impulsiona o segundo pistão, o qual atua sobre o líquido no fundo do cilindro.

Um primeiro circuito de comando e um pequeno orifício de compensação, são alimentados através de uma pequena saída no lado do cilindro. O orifício de compensação é aberto em repouso pelo primeiro pistão. O segundo circuito de comando é alimentado pelo comando de partida, o qual é ligado ao fundo do cilindro.

Em repouso, cada pistão é sustentado por uma mola, um apoiado em um anel de retenção na extremidade do cilindro e o outro preso por parafusos retentores no contorno dos cilindros. A alimentação pode ser realizada através de um ou dois reservatórios, sendo cada circuito hidráulico independente; um alimenta os freios traseiros e o outro os dianteiros.

## 2.2. O sub-sistema elétrico .

Cabe ao sistema elétrico fornecer corrente para a partida do motor, ignição e iluminação para os acessórios elétricos do veículo.

O sistema de ignição fornece a corrente elétrica necessária para inflamar o combustível em cada cilindro do motor no momento exato do ciclo. No sistema com acumulador, este fornece a corrente primária, cuja voltagem precisa ser convenientemente elevada afim de proporcionar uma faísca apropriada. Esta elevação da voltagem é efetuada na bobina. O enrolamento primário conduz a corrente do acumulador, e o enrolamento secundário a corrente de alta tensão nele induzida pela contínua ligação e interrupção do circuito primário por meio de um interruptor giratório (excêntrico) acionado pelo eixo de comando com metade da rotação do motor. Este interruptor ocupa a parte inferior do distribuidor, cuja parte superior é ocupada por outro interruptor giratório (rotor) acionado pelo motor, que distribui a corrente de alta tensão às velas, numa ordem de ignição pré-determinada. Os diversos circuitos estão geralmente ligados à terra por meio das peças metálicas do chassi. O condensador é empregado para eliminar certos efeitos elétricos inevitáveis que, se continuassem sem controle, prejudicariam muito o funcionamento apropriado do sistema primário e das pontas do platinado.

### - Acumulador ou Bateria:

Consiste geralmente em várias caixas de ebonite, na qual certa quantidade de placas metálicas, positivas e negativas, são suspensas alternadamente formando um elemento. Separadores,



ou isoladores, são empregados para impedir o contato entre as placas adjacentes, e cada grupo de placas semelhantes é unido por barras que terminam respectivamente nos terminais positivo e negativo do acumulador. O eletrólito é uma solução de água destilada e ácido sulfúrico. Um elemento deste tipo é capaz de produzir um pouco mais de 2 volts, quando completamente carregado. Os elementos são usados em grupos para o trabalho automotivo.

Quando um circuito externo é completado, como ao se fechar um interruptor, a corrente elétrica é derivada de uma reação química entre os materiais que compõem as placas e o ácido do eletrólito. Pela reversão da corrente, a ação química dentro do acumulador também é invertida, de modo a refluir para o acumulador vindo de uma fonte externa, com um dinamo ou um carregador de acumuladores. Esta ação restaura energia química dentro do acumulador e pode ser novamente convertida à corrente elétrica quando o circuito externo é fechado.

#### - Sistema de Ignição:

A fim de forçar a corrente elétrica a transpor o espaço existente entre os eletrodos da vela de ignição e criar uma faísca, a voltagem relativamente insignificante do acumulador deve ser elevada para cerca de 20000 V. Isto se consegue por meio de uma bobina de ignição, que tem dois enrolamentos ao redor de um núcleo de ferro doce. Um enrolamento possuindo relativamente poucas voltas de fio conhecido como "primário", é ligado ao circuito do acumulador e o outro, consistindo de milhares de voltas de fio bem fino e conhecido como "secundário", é ligado ao circuito que conduz a corrente de alta voltagem para as velas. Ambos os circuitos são complementados independentemente por meio de um distribuidor que contém dois interruptores giratórios separados. Estas duas unidades do distribuidor são montadas sobre



um eixo acionado por um sistema de engrenagem do eixo de comando de válvulas. Uma unidade abre e fecha o circuito primário, enquanto que a outra manobra as ligações de uma vela para a outra de modo que a corrente secundária, ou de alta voltagem, é dirigida à vela correta para inflamar a carga de combustível do cilindro.

Quando os contatos do distribuidor no circuito primário fecham, a corrente do acumulador segue pelo enrolamento primário, magnetizando o núcleo de ferro e criando um campo magnético ao seu redor. Quando o circuito primário é aberto, o campo magnético desaparece imediatamente. Durante a criação e desaparecimento do campo magnético, uma corrente de alta voltagem é induzida no enrolamento secundário. Esta indução atinge o máximo no período do desaparecimento do campo magnético e neste momento ela é distribuída fazendo uma determinada vela dar a faísca. O tempo necessário para criação e desaparecimento do campo magnético para cada faísca é uma pequena fração de segundo.

Quando o disjuntor do circuito primário abre e interrompe o fluxo de corrente vindo do acumulador, o magnetismo em desaparecimento também induz a corrente primária a fluir na mesma direção em que seguia primitivamente quando o acumulador estava ligado pelo fechamento do disjuntor. Isto tende a criar no circuito primário uma voltagem suficiente para produzir um arco voltaico entre as pontas de contato primários, também chamadas "pontas do platinado", ao se afastarem uma da outra. Isto é evitado pelo uso de um condensador, feito de duas longas tiras de papel de chumbo ou alumínio, isoladas uma da outra, enroladas compactamente e ligadas às pontas do platinado. Assim, a parte do circuito primário em que se refere ao condensador está continuamente ligada, independentemente do fato de as pontas do platinado estarem abertas ou fechadas. O condensador armazena um impulso de corrente que resulta da abertura das pontas do platinado e evita que elas se queimem.

- Vela de Ignição:

Uma vela de ignição é formada por uma cápsula metálica com dois eletrodos isolados um do outro, havendo um espaço entre as suas pontas que a corrente vinda do distribuidor salta para criar a faísca e inflamar a carga de combustível.

- Dinamo e Motor de Partida:

Dinamo é a máquina que transforma energia mecânica em energia elétrica. O motor de partida faz justamente o contrário: toma corrente do acumulador e transforma em energia mecânica que arranca ou faz girar o motor.

Em um automóvel, o dinamo é acionado por um motor, usualmente por meio da correia do ventilador. Fornece a corrente elétrica necessária para restaurar a carga no acumulador, porém, quando o motor está funcionando acima de uma determinada velocidade, supre diretamente a corrente para os faróis e outras unidades elétricas.

Os dinamos possuem regulador de voltagem que impedem o desenvolvimento de voltagem excessiva, que causaria danos às unidades elétricas e sobrecarregaria o acumulador e regulador de corrente que impede que a produção do dinamo aumente acima do limite.

Os motores de partida estão ligados à caixa do volante de tal modo que o pinhão de acionamento do motor de partida engrena com os dentes da coroa do volante. Quando a partida está ligada, o pinhão é forçado a engrenar os dentes da coroa, seja por meios mecânicos ou elétricos. a corrente do acumulador faz o motor de partida girar e por o volante em rotação. Depois que o

motor principal dá a partida, o maior número de dentes da coroa do volante faz o pinhão girar muito mais depressa do que o eixo do motor de partida, sendo então necessário soltar o pinhão nesse momento.

### 2.3. O sub-sistema de refrigeração .

Devido ao seleccionamento do motor teremos que utilizar o "radiador", ou seja, um trocador de calor dotado de um reservatório onde deverá ser colocada a água de refrigeração.

Os sistemas atuais utilizam o reservatório de expansão acessível ao usuário. Neste sistema, quando há um aumento de volume no líquido de arrefecimento, ao invés dele ser jogado para a atmosfera pela tampa-válvula do radiador, o líquido é direccionado para o reservatório plástico. Assim, quando diminui o volume de água no radiador, imediatamente o reservatório manda mais líquido para completar esse nível do radiador.

É possível se fazer adaptação do reservatório de expansão em radiadores mais antigos que não possuem este sistema, para tanto, deve-se também se trocar a tampa-válvula do radiador. O reservatório deve ser colocado preferencialmente numa altura mais elevada que o radiador para facilitar o escoamento da água.

É importante lembrar que as tampas do radiador não são intercambiáveis entre motores de modelos diferentes, pois cada uma possui uma calibragem específica da válvula para o seu sistema de arrefecimento.



Apêndices :



#### Apêndice 1. Custo de Fabricação do Veículo.

O presente apêndice não tem por objetivo a estimativa de custo para a produção em escala industrial deste veículo , mas sim orientar qualitativamente as pessoas que estiverem interessadas na construção de um veículo semelhante tanto para os custos das peças como aonde é possível obtê-las .Classificamos as lojas em dois grupos : de revendedores de autopeças e comércio de autopeças usadas .

Tabela 1 : Fornecedores de autopeças.

Comércio de Autopeças Usadas :

1. Imigrantes Autos - Peças e Desmanches Ltda.  
Av. Prof. Abrahão de Moraes, 271 e 277  
Saúde - SP
2. Comércio de Peças Usadas para Autos São Francisco  
Av. Corifeu de Azevedo Marques, 6100  
Vila São Francisco - SP
3. Félix - Comércio de Peças Usadas Ltda.  
Av. Corifeu de Azevedo Marques, 5970 e 6272  
Vila São Francisco - SP
4. Recuperadora Auto Peças LM  
Av. Prof. Abrahão de Moraes, 491/503  
Água Funda - SP
5. Comércio de Veículos 111  
Av. Prof. Abrahão de Moraes, 111  
Vila Gumercindo - SP
6. IBMP Comercial Auto Peças  
Av. Prof. Abrahão de Moraes, 850  
Vila Gumercindo - SP
7. Comércio de Peças Usadas Barão  
Av. Ricardo Jafet, 3112  
Vila Gumercindo - SP

8. Andriauto - Comércio e Serviços Automotivos Ltda.  
Av. Botuquara, 120  
Bosque da Saúde - SP
9. Desmanche de Autos Trombados "W.A." Ltda.  
Av. Prof. Abrahão de Moraes, 2115  
Bosque da Saúde - SP
10. Comércio e Desmanche Ybramart Ltda.  
Av. Prof. Abrahão de Moraes, 888  
Bosque da Saúde - SP

Revendedores de Autopeças :

1. Zézinho Comércio de Autopeças Ltda.  
Rua Trajano, 217/255  
Lapa - SP
2. Vila Romana Veículos Ltda.  
Rua Clélia, 1147  
Lapa - SP
3. Super Don - Comércio de Veículos e Peças Ltda.  
Av. Corifeu de Azevedo Marques, 5541  
Jaguare - SP

Tabela 2 : Avaliação do custo das autopeças para o VFEET.

Peça	Preço(Cz\$)	Preço(OTN)	Data
-----			
1. Autopeças de Volkswagem Sedan :			
- Alavanca do Freio :	300,00	0.82	julho
- Alavanca de Marcha :	150,00	0.41	julho
- Barra de Direção :	400.00	1.06	agosto
- Chave de Ignição :	400,00	0.94	outubro
- Pedaleira :	300,00	0.82	julho
- Suspensão Dianteira :	2 500,00	12.02	abril
- Volante :	2 500,00	6.22	setembro
- Peças para recuperação :	500,00	1.32	agosto



2. Autopeças de Brasília e/ou Variant :

- Aros ( modificados ) :	2 000,00	4.98	setembro
- Cabos do acelerador, embreagem e afogador:	1 500,00	3.24	novembro
- Cabos de bateria :	400,00	0.94	outubro
- Caixa de Câmbio e Suspensão Traseira :	7 000,00	19.10	julho
- Chicote :	1 500,00	3.24	novembro
- Haste de Ligação Alavanca de Marcha/ Caixa de Câmbio ( conjunto completo incluindo parafusos e acoplamento ) :	1 171,00	3.20	julho
- Motor de Arranque :	1 000,00	2.73	julho
- Pneus :	5 360,00	12.63	outubro
- Peças para recuperação :	5 500,00	11.87	novembro

### 3. Autopeças de Passat

- Alternador :	1 300,00	6.25	abril
- Bateria :	2 500,00	5.89	outubro
- Bobina :	200,00	0.96	abril
- Bomba de Gasolina :	600,00	1.49	setembro
- Cabos de vela :	600,00	1.41	outubro
- Caixa do filtro de ar :	3 500,00	7.55	novembro
- Carburador :	2 000,00	4.32	novembro
- Carcaça da bomba d'água :	1 500,00	3.24	novembro
- Coxim do Motor :	432,00	1.14	agosto
- Distribuidor :	900,00	4.33	abril
- Mangueiras para o radiador :	950,00	2.24	outubro

- Motor de Arranque :	800,00	3.85	abril
- Radiador :	3 600,00	8.96	setembro
- Velas :	280,00	0.61	novembro
- Ventilador do radiador :	1 500,00	3.53	outubro
- Peças para recuperação :	4 000,00	8.63	novembro

#### 4. Autopeças de Chevette :

- Bancos dianteiros :	2 000,00	5.30	agosto
-----------------------	----------	------	--------

#### 5. Autopeças de Kombi :

- Boia do tanque de gasolina :	1 000,00	2.16	novembro
- Tanque de gasolina :	1 980,00	4.27	novembro

6. Autopeças de Corcel II :

- Amortecedores traseiros :			
	2 560,00	6.03	outubro

7. Autopeças de Outros Veículos :

- Aros ( para pneus 10-15 ) :			
	4 000,00	10.59	agosto
- Câmaras de ar ( Rural K-15 ) :			
	1 500,00	3.53	outubro
- Extintor de Incêndio :			
	200,00	0.96	abril
- Pneus ( "Fox Desert" 10-15 ) :			
	13 000,00	28.05	novembro

-----

Total sem correção monetária :  
Cz\$ 83 683,00

Total em OTNs :  
210,84 OTNs

Total com correção monetária em dez/87 :  
Cz\$ 110 267,21



**Tabela 2 : Gastos Adicionais :**

**1. Gastos com ferragens :**

- Tubos Aço SAE 1025 Diam. 1½" , esp. 2.65mm :			
	2 500,00	6.22	set
	1 800,00	4.48	set
	1 500,00	3.73	set
- Tubos Aço SAE 1025 Diam. 1" , esp. 1.90 mm :			
	1 500,00	3.24	nov
- Chapas de aço :			
	1 000,00	2.16	nov
- Serras Manuais :			
	700,00	1.65	nov
- Outros :			
	3 000,00	6.47	nov

**2. Gasolina e Óleos lubrificantes :**

- Gasolina :			
	200,00	0.43	nov
- Óleo do cârter :			
	400,00	0.86	nov
- Óleo para a caixa de câmbio e direção :			
	300,00	0.65	nov

3. Outros :

6 500,00      14.02    nov

-----

Total sem correção monetária:

Cz\$ 19 400,00

Total em OTNs:

43.91 OTNs

Total com correção monetária em dez/87:

Cz\$ 22 964.49

Gasto Total no Projeto :

Em OTNs :

234.75 OTNs

Em cruzados corrigidos para dez/87:

Cz\$ 133 231.70

## Apêndice 2.: Requisitos para Legalização do Projeto .

A fim de podermos legalizar o veículo construído, há a necessidade de uma vistoria no Instituto de Pesquisas Tecnológicas IPT.

Transcrevemos a seguir os requisitos básicos exigidos pelo IPT para a vistoria do veículo, conforme folheto por eles distribuídos.

### 1) Conforto:

- A posição do motorista deve ser confortável.
- Todos os comandos devem ser acessíveis ao motorista utilizando cinto de segurança sem exigir movimentos de seu tronco e estar com suas funções indicadas com forma indelevel.
- O volante da direção deve ter no mínimo um diâmetro de:  
280 mm para veículos de até 820 kg  
320 mm para veículos entre 821 e 1100 kg  
350 mm para veículos acima de 1100 kg
- Não podem existir superfícies refletivas que comprometam a visibilidade do motorista.

### 2) Bancos:

- Devem ter estrutura resistente.

- Devem estar adequadamente fixados.
- Devem permitir ajustes para motoristas de diferentes estaturas.
- Se os bancos forem articulados, devem ser autotravantes, com comando de destravamento acessível aos passageiros do banco traseiro, excetuando-se os com banco reclináveis, e os veículos com carroceria fabricadas até 1975 inclusive.

### 3) Cintos de Segurança:

- Devem ser em número igual à capacidade de passageiros do veículo.
- Devem ser do tipo utilizado pelas montadoras.
- Devem estar em bom estado de manutenção.
- Devem estar fixados a elementos suficientemente resistentes.
- Devem estar presos por parafusos M12x1.25 6H ou 7/16-20UNF 2B.
- Devem ser do tipo 3 pontos nos bancos dianteiros, excetuando-se os veículos com carroceria fabricada até 1983 inclusive.

### 4) Para-Sol:



- Deve existir um pára-sol ajustável para o motorista.

#### 5) Espelhos Retrovisores:

- Devem ser de tamanho adequado.
- Devem estar posicionados corretamente.
- Devem estar em boas condições de manutenção.
- Devem existir dois, sendo um necessariamente externo a esquerda e o outro, se possível interno no centro ou externo a direita.

#### 6) Sistema Indicadores:

- Deve existir velocímetro em boas condições de operação.
- Devem existir luzes indicadoras posicionadas a frente do motorista para as seguintes funções:
  - motor parado com a ignição ligada
  - farol alto acionado
  - luzes indicadoras de direção acionadas
  - luzes intermitentes de advertência acionadas

#### 7) Buzina:

- Deve existir uma, em boas condições de funcionamento. Não sendo aceitas buzinas com potência sonora incompatível, e do tipo musicada.

8) Limpador de pára-brisa:

- Deve ser de tamanho adequado.
- Deve estar em boas condições de manutenção.
- Deve operar no mínimo em 2 velocidades, excetuando-se os veículos com carroceria fabricada até 1975 inclusive.
- Deve possuir lavador de pára-brisa capaz de atingir a região superior de atuação dos limpadores, com vazão compatível a sua função.

9) Acessórios Obrigatórios:

- Triângulo de segurança.
- Extintor de incêndio, com os seguintes requisitos:
  - Capacidade adequada ( 2Kg em veículos com capacidade inferior a 8 lugares)
  - Deve ter tipo e tamanho adequado
  - Estar localizado em local de fácil acesso ao motorista, em suporte de fácil liberação
  - estar carregado, com manômetro funcionando corretamente, e dentro do prazo de validade.

10) Sistema de iluminação:

- Deve possuir lanternas, faróis alto e baixo, luzes indicadoras de direção, luzes de freio, luz de placa traseira, luz de velocímetro.

excetuando-se os veículos com carroceria fabricada até 1974 inclusive.

- Deve estar posicionado corretamente.
- Deve ser de cor compatível com a função.
- Deve ser de potência e tamanho adequado.
- Deve estar em boas condições de operação, bem fixado e os faróis devem permitir regulagem.
- Não devem ter faróis auxiliares instalados acima da altura dos faróis principais.

#### 11) Carroceria:

- Deve estar com todos os seus componentes adequadamente fixados.
- Deve estar livre de protuberâncias, superfícies cortantes ou excessivamente oxidadas.
- Deve possuir pára-brisa de tamanho e transparência adequada, de vidro temperado ou laminado.
- Deve possuir pára-lamas rígidos sobre todas as rodas, que cubram um ângulo mínimo de 160 graus, em relação ao eixo da roda.
- As rodas não devem ultrapassar os limites definidos pelo pára-lamas.

12) Pára-choques:

- Deve existir elemento estrutural, sem superfícies cortantes, adequadamente apoiado, que seja transversalmente posicionado a frente e atrás do veículo, ao longo de toda sua largura.

- Os dutos de escapamento não devem ultrapassar os limites do pára-choque traseiro.

13) Pneus:

- Devem ser do tipo automotivo, compatíveis com a função, capacidade de carga, e largura da roda.

- Devem estar em boas condições, com os sulcos da banda de rodagem com profundidade mínima de 1.6mm sem cortes ou inchaços.

- Não são aceitos pneus recauchutados nas rodas dianteiras.

14) Rodas:

- Devem estar em boas condições de manutenção.

- Devem ser de fabricante reconhecido.

- A largura do aro deve ser compatível com o pneu utilizado. Se o freio for a disco, deve existir uma folga mínima



de 10mm entre o aro e o suporte do freio.

15) Suspensão:

- Deve ser atuante e estar em boas condições de manutenção.
- Deve estar alinhada e com folgas aceitáveis nos rolamentos das rodas e mancais das articulações.
- Deve possuir barra estabilizadora se o fabricante a utiliza e também borrachas nos batentes limitadores de curso.

16) Sistema de direção:

- Deve estar em boas condições de manutenção, não podendo apresentar folgas excessivas nas articulações ( terminais ou pivôs) e na caixa de direção.
- A folga angular do volante não deve ultrapassar 10 graus.
- Não devem existir batentes limitadores do ângulo de esterçamento além dos originais dos fabricantes.
- O controle de direção deve ser do tipo absorvedor de energia, excetuando-se os veículos com carroceria fabricada até 1977 inclusive.

17) Sistema de freios:

- Deve estar em boas condições de operação, não devendo as lonas ou pastilhas apresentar desgaste excessivo.

- Deve ser de duplo circuito hidráulico, excetuando-se os veículos com carroceria fabricada até 1976 inclusive.

- O freio de estacionamento deve ser de atuação mecânica, independente do freio de serviço.

#### 18) Sistema elétrico:

- A bateria do veículo deve estar adequadamente fixada.

- Todas as conexões devem ser do tipo automotivo, isoladas contra curtos circuitos.

- Os cabos devem estar protegidos por eletrodutos ou arranjos tipo "chicote", e distribuídos de forma a se evitar falhas ou rompimentos acidentais.

- Todos os componentes do sistema devem estar adequadamente fixados, em locais que evitem descargas elétricas acidentais.

#### 19) Tanque de combustível:

- Deve ser de fabricante reconhecido e estar em local protegido de impacto direto e perfurações no caso de acidentes.

- Deve estar separado do motor por chapa de aço e adequadamente fixado.

- Deve estar em boas condições de manutenção, não sendo aceitas alterações.

Apêndice 3.: Resumo das Atividades Desenvolvidas e Cronograma de Atividades .

Elaboramos a seguir um resumo das atividades desenvolvidas ao longo deste projeto, além do tempo gasto com estas atividades e o período em que elas se desenvolveram. Esta divisão das atividades foi mais ou menos arbitrária e serve apenas como orientação para o conteúdo das atividades.

Pesquisa Bibliográfica :

O trabalho de pesquisa bibliográfica constou da pesquisa em diversas bibliotecas públicas , empresas e/ou livrarias abaixo citadas juntamente com os livros e/ou apostilas correlatos ao nosso projeto nelas encontrados :

- Biblioteca do Depto. de Eng. Mecânica da Escola Politécnica da USP:

1 . STEEDS, W. - "MECHANICS OF ROAD VEHICLES"  
ILIFFE & SONS - LONDON - 1960.

2 . CAIN, B. S. - "VIBRATION OF RAIL AND ROAD  
VEHICLES" - PITMAN. NY - 1960.

- Biblioteca do Depto. de Eng. Elétrica da Escola Politécnica da USP:

3 . ELLIS, J.R. - "VEHICLE DYNAMICS" - Business  
Book - Londres - 1969 .

3 . ELLIS, J.R. - "VEHICLE DYNAMICS" - Business Book - Londres - 1969 .

- Biblioteca do Agrupamento de Eng. da UNICAMP:

4. SCHOEDER, R.B.P.B. - "MECANICA DA LOCOMOÇÃO DOS VEICULOS AUTOMOTORES" - E.E.São Carlos/USP - 1964 .

- Biblioteca da Escola de Eng. de São Carlos da USP:

5. CANALE, A.C. - "DINAMICA DOS AUTOVEICULOS" - E.E.São Carlos/USP - 1985 .

- Biblioteca Central do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo :

6. Normas SAE

- Biblioteca Mário de Andrade :

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



- Livrarias e Papelarias:

7. CHOLLET, H.M. - "CURSO PRÁTICO E PROFISSIONAL PARA MECANICOS DE AUTOMOVEIS: O VEICULO E SEUS COMPONENTES" - Hemus - SP - 1981 .

8. PORTELLA, J. - "CONHEÇA SEU PASSAT" - Série A. F. de Almeida - Alphaset - RJ - 1987.

9. ALMEIDA, A.F. - "CONHEÇA SEU VOLKSVAGEM" - 16ª. edição - Série A. F. de Almeida - Alphaset - RJ - 1987.

10. 4X4 & PICKUP - A REVISTA DO FORA DE ESTRADA - Ano IV - Número 45 - Editora Técnica especializada - SP - 1987.

11. OFICINA MECANICA - Número 17 - Ano 2 - Número 17 - Sigla Editora - SP - 1987.

- Pirelli :

12. "OFF THE ROAD TIRES HANDBOOK" .

13. "MANUAL DE PNEUS PARA TERRAPLANAGEM" .

- Aerojet Fiberglass :

14. Boletim : Fibra de Vidro.

15. Boletim : Resina Poliéster.

pesquisas pode ser contemplada na tabela 1 anexa , juntamente com o número de pessoas envolvidas em cada item .

#### Definição das Características Básicas do Veículo :

Consistiu na análise das características dos veículos automotores existentes no mercado e definição das características básicas do veículo, afim de propiciar uma orientação geral para o projeto.

#### Aquisição do Motor :

Durante a fase de definição do projeto o Sr. José Henrique Filho , conhecido nosso , ao tomar conhecimento de nossa intenção de desenvolvimento de um projeto na área automobilística colocou generosamente à nossa disposição , caso houvesse interesse de nossa parte , um motor de Passat . Tal fato incorporado a diversos outros , que não cabem ser aqui descritos já que estão suficientemente detalhados no item de seleção do motor , acabou nos conduzindo a adotá-lo.

Como consequência deste fato , praticamente não houve de nossa parte um trabalho extensivo para a sua aquisição ; de fato somente tivemos o trabalho de desmontá-lo e transportá-lo para um local conveniente , trabalho este que dispendeu cerca de quatro horas de trabalho de duas pessoas , perfazendo um total de oito horas , conforme demonstrado na tabela 1 anexa .

#### Aquisição de Peças para o Motor :

O processo de aquisição de peças para o motor durou praticamente todo o desenvolvimento do projeto, tendo sido assim realizado visando viabilizá-lo economicamente.

#### Aquisição de Pneus e Rodas :

Tentamos inicialmente a aquisição de pneus de avião ( de Bandeirante , Fokker e de Boeing 737 ) . Realizamos uma pesquisa de mercado a fim de verificar a possibilidade de aquisição de pneus convencionais, sendo que acabamos por optar, dada a facilidade, conveniência e custos da utilização por pneus de avião.

Devido a problemas quanto ao licenciamento, fomos obrigados a utilizar pneus automotivos convencionais.

#### Aquisição do Sistema de Frenagem :

Ambos os sistemas de frenagem foram adquiridos conjuntamente com as suspensões.

Para que o veículo receba o laudo de segurança do IPT é necessário a utilização de duplo circuito hidráulico.

#### Aquisição de Peças para a Suspensão :

Para a aquisição da suspensão dianteira foi realizada uma pesquisa de mercado a parte da suspensão traseira, que foi adquirida juntamente com a caixa de câmbio.

#### Aquisição da Parte Elétrica :

Adquirimos inicialmente o chicote da Brasília por ser um veículo de motor traseiro, tivemos, entretanto, que realizar modificações neste para adaptá-lo as características inerentes ao motor do Passat.

#### Aquisição da Caixa de Câmbio :

Foram realizadas diversas pesquisas para podermos finalmente adquirirmos a caixa de câmbio, por se tratar exatamente de uma das partes mais delicadas do projeto e uma das peças mais caras.

#### Montagem, Teste e Ajuste do Motor :

O motor utilizado havia ficado parado por aproximadamente dois anos, sendo necessário proceder a sua desmontagem e substituição de todas as suas juntas de vedação, bem como a limpeza de vários de seus componentes.

#### Análise e Projeto de Adaptação do Sistema de Direção :

A seleção do sistema de direção esteve bastante vinculada à seleção da suspensão dianteira . Na realidade a modularidade do conjunto suspensão dianteira-sistema de direção do Volkswagem foi uma das principais razões de sua seleção. Assim naturalmente a



aquisição do sistema de direção também esteve vinculada a aquisição da suspensão dianteira.

#### Projeto de Adaptação da Caixa de Câmbio ao Motor :

Verificamos através de diversos contatos a existência no mercado de uma adaptação entre o motor de Passat e a caixa de câmbio de Brasília. De fato a Miura em um de seus modelos esportivos utilizava tal combinação. Conseguimos ao fim adquirir um destes flanges de adaptação que estava sendo usado em um Gurgel X-15 adaptado. Tivemos ainda que usinar parte do flange, por se tratar de um flange para um modelo de motor mais antigo.

#### Análise e Projeto de Adaptação do Sistema de Suspensão :

Foi necessário um projeto de adaptação da barra de torção da Brasília à estrutura do veículo devido a não modularidade da suspensão traseira.

A adaptação do sistema de suspensão dianteira ao VFEET consistiu apenas na conveniente definição dos pontos de fixação desta.

#### Análise e Projeto Básico da Estrutura :

Em se tratando da parte mais criativa do projeto, envolveu a compatibilização de todos os sub-sistemas do veículo, determinando as suas características de estabilidade e manobrabilidade, tendo em mente o tipo de utilização para o qual

determinando as suas características de estabilidade e manobrabilidade, tendo em mente o tipo de utilização para o qual foi projetado.

#### Projeto de Fabricação da Estrutura :

A escolha dos processos de fabricação esteve vinculada aos equipamentos disponíveis no DEM-EPUSP.

#### Aquisição de Material para a Estrutura :

Foi inicialmente realizada uma pesquisa de mercado, via telefone, onde verificamos os principais fornecedores e os preços. Não tendo sido comprado todo o material necessário para a estrutura de uma única vez, devido à limitação de nossa capacidade de transporte deste material, tivemos que fazê-lo em várias viagens.

#### Análise e Projeto de Adaptação do Sistema de Frenagem :

A adaptação necessária para a utilização do sistema de frenagem adotado consistiu na redução do comprimento dos cabos do freio de estacionamento e na fabricação de um suporte para o cilindro-mestre.

Montagem dos Sub-Sistemas :

Ocorreu simultaneamente com a construção da estrutura.

Testes de Desempenho do Veículo e Ajustes Finais :

Devido à solicitações para que o veículo fosse trazido ao prédio do DEM-EPUSP até o dia 2 de dezembro, e não mais no final do mês, conforme inicialmente combinado, não tivemos tempo hábil para a realização de testes de desempenho do veículo e ajustes finais.

Tabela 1. : Tempo gasto com cada atividade ( horas )

Atividade	Tempo Gasto ( horas )
-----------	-----------------------

Pesquisa Bibliográfica :

EPUSP .....	7 * 2
UNICAMP .....	3.5 * 2
E. Eng. São Carlos/USP .....	3.5 * 2
Mario de Andrade .....	4 * 2
Livrarias .....	4 * 2
Pirelli .....	2 * 2

-----  
48

Definição das características básicas do veículo :

8 \* 4

-----  
32

Aquisição do motor :

Procura de motores disponiveis ..	4.5 * 2
Aquisição propriamente dita .....	4 * 2

-----  
16



Aquisição de peças para o motor :

Carburador e peças para o carburador .....

5 \* 2

Bomba de gasolina .....

3 \* 2

Caixa do filtro de ar .....

4 \* 2

Radiador .....

3 \* 3

Outros .....

5 \* 2

-----  
43

Aquisição de pneus e rodas :

Empresas de aviação visitadas

Lider .....

4 \* 4

TAM .....

3 \* 2

VASP .....

4 \* 3

VARIG .....

1 \* 2

Pneus e aros de Brasília .....

3 \* 2

Pneus e aros 10-15 .....

6 \* 2

-----  
54

Aquisição do sistema de frenagem .....

3 \* 2

-----  
6

Aquisição de peças para a suspensão :

Pesquisa das possíveis suspen-  
sões .....

6 \* 2

Aquisição propriamente dita .....

4 \* 2

Outros .....

4 \* 2

---

28

Aquisição da parte elétrica .....

Distribuidor, alternador, motor  
de arranque .....

5 \* 2

Bobina .....

2 \* 2

Chicote .....

2 \* 2

Bateria .....

0.5 \* 3

Outros .....

4 \* 3

---

31.5

Aquisição da caixa de câmbio :

Pesquisa das caixas de câmbio  
disponíveis .....

6 \* 2

Aquisição propriamente dita .....

3 \* 4

---

24

Montagem, Teste e Ajuste do Motor :

18 \* 4

---

72

Análise e Projeto de Adaptação do Sistema de Direção :

Análise e verificação do desempenho .....	4 * 2
Aquisição de peças para o sistema de direção .....	2 * 2
Projeto de adaptação .....	2 * 2

-----  
16

Projeto de Adaptação da Caixa de Câmbio ao Motor :

Análise de possíveis soluções ...	8 * 4
Aquisição do flange , parafusos , prisioneiros, volante e embreagem .....	4 * 2
Usinagem do flange .....	8 * 3
Ajustes da adaptação .....	4 * 2

-----  
72

Análise e Projeto de Adaptação do Sistema de Suspensão :

6 \* 2

-----  
12

Análise e Projeto Básico da Estrutura :

8 \* 2

-----  
16

Projeto de Fabricação da Estrutura :

4 \* 2

-----  
8

Aquisição de Material para a Estrutura :

10 \* 2

-----  
20

Análise e Projeto de Adaptação do Sistema de Frenagem :

3 \* 2

-----  
6

Construção da Estrutura :

Testes de fabricação da estru-

tura .....:

4 \* 3

Corte dos tubos .....:

25 \* 2

Dobras dos tubos .....:

15 \* 2

Corte de chapas .....:

2.5 \* 3

Dobra de chapas .....:

2.5 \* 2

Soldagem .....:

12.5 \* 2

-----  
129.5



Montagem dos Sub-Sistemas :

Regulagem do freio .....	3	* 4
Ajuste e montagem do sistema de direção .....	2	* 4
Dutros .....	8	* 4

-----  
52

Testes de Desempenho do Veículo

e Ajustes Finais .....

	4	* 4
--	---	-----

-----  
16

Recuperação de peças .....

	15	* 2
--	----	-----

-----  
30

Total ..... 732 horas

Tabela 4 : Cronograma de Atividades Desenvolvidas.

Atividades	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	----	----	----	----	----	----	----	----	----
pesquisa biblio-									
gráfica .....	X								
definição das ca-									
racterísticas bá-									
sicas do veículo .	XXXX								
aquisição do motor	X								
aquisição de peças									
para o motor .....	XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX			XX XXXX					
aquisição de pneus									
e rodas .....	XXXX XXXX XXXX	XXXX		XX					
aquisição do sis-									
tema de frenagem .	XX							XXX	
aquisição de peças									
para a suspensão .	XX	XXX			XX XXXX XX				
aquisição da parte									
eletrica .....								XX XXXX	
aquisição da caixa									
de câmbio .....		XXX XX							

Atividades	Abr	Ma	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	----	----	----	----	----	----	----	----	----
montagem , teste e									
ajuste do motor ...		XXXXXX	XXXXX	XXXXX				XXXXXX	
análise e projeto									
de adaptação do									
do sistema de di-									
reção .....			XXXXX	XXXXX	XXXXX			XX	
projeto da adapta-									
ção da caixa de									
câmbio ao motor ...			XXXXX	XX					
análise e projeto									
de adaptação do									
sistema de suspen-									
são .....			XXXXXX	XXXXX	XXXXX				
análise e projeto									
básico da estrutu-									
ra .....			XX	XXXXX	XXXXX				
projeto de fabri-									
cação da estrutural				XXXXXX	XXXXX	XXXXX			
aquisição de mate-									
rial para a estru-									
tura .....				XXXXX	XXXXX	XXXXX	XX		

Atividades	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
análise e projeto									
de adaptação do									
sistema de freia-									
gem .....		XXX				XXX	XX		
construção da es-									
trutura .....					XXX	XXXX	XXXX	XX	
montagem dos sub-									
sistemas .....					XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	
aquisição de aces-									
sórios .....				XX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
testes de desempe-									
nho do veículo e									
ajustes finais ...									XXX
recuperação de									
peças .....		XXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
-----									



Referência Bibliográfica :

1. FASOLO, G.F. - "Projeto de um veículo fora de estrada de estrutura tubular - O motor e o sistema de transmissão " - Trabalho de formatura apresentado à EPUSP - 1987.
2. FERRAZ, C.A.M. - "Projeto de um veículo fora de estrada de estrutura tubular - O sistema estrutural" - Trabalho de formatura apresentado à EPUSP - 1987.
3. SANTOS, F.C.A. - "Projeto de um veículo fora de estrada de estrutura tubular - Os sistemas de suspensão e direção " - 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. SCHODEDER, R.B.P.B. - "Mecânica da locomoção dos veículos automotores" - E.E.São Carlos/USP - 1964 .
8. CANALE, A.C. - "Dinâmica dos autoveículos" - E.E.São Carlos/USP

8. CANALE, A.C. - "Dinâmica dos autoveículos" - 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" - 16ª- 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 MECANICA - Número 17 - Ano 2 - Número 17 - Sigla 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. Análise dos sub-sistemas .....	12
2.1. O sub-sistema de frenagem .....	12
2.2. O sub-sistema elétrico .....	18
2.3. O sub-sistema refrigeração .....	22

Apêndices :

1. Custos de fabricação .....	24
2. Requisitos para a legalização do veículo .....	34
3. Atividades desenvolvidas e cronograma de atividades .....	42